



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

**NÁVRH TVORBY VÝROBNÍ KONCEPCE PRO FUNKCE
ŘÍZENÍ VÝROBNÍHO PROCESU**

DESIGN OF CREATING A PRODUCTION CONCEPT FOR PRODUCTION PROCESS CONTROL FUNCTIONS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ing. Zdeněk Pokorný

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Ing. Marie Jurová, CSc.

BRNO 2021

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav strojírenské technologie
Student: **Ing. Zdeněk Pokorný**
Studijní program: Strojní inženýrství
Studijní obor: Strojírenská technologie a průmyslový management
Vedoucí práce: **prof. Ing. Marie Jurová, CSc.**
Akademický rok: 2020/21

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Návrh tvorby výrobní koncepce pro funkce řízení výrobního procesu

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Návrh plánování průběhu činností zakázky z pohledu zákaznických požadavků ke splnění dodacích termínů, jakosti a nákladů.

Cíle diplomové práce:

Popis podnikání ve vybrané organizaci z hlediska:

- výrobního portfolia,
- výrobního procesu,
- dodavatelů.

Analýza současného stavu výrobního procesu a dodavatelských vztahů.

Vytipování teoretických přístupů k zavedení konceptu JIT.

Tvorba koncepce pro realizaci plánování průběhu zakázky.

Podmínky realizace a přínosy.

Seznam doporučené literatury:

JUROVÁ, M. a kol. Výrobní a logistické procesy v podnikání. Praha: GRADA Publishing, 2016. 256 s. ISBN 978-80-271-9330-1.

KOŠTURIÁK, J. Kaizen: osvědčená praxe českých a slovenských podniků. Brno Computer Press, 2010. 234 s. ISBN 978-80-251-2349-2.

SVOZILOVÁ, A. Projektový management. Praha Grada Publishing, 2008. 356 s. ISBN 978-80-2-7-3611-2.

UČEŇ, P. Zvyšování výkonnosti firmy na bázi potenciálu zlepšení. Praha GRADA Publishing, 2008. 190 s. ISBN 978-80-247-2472-0.

RUSSELL, R. S. Operations management: creating value along the supply chain. 6th ed. Hoboken: John Wiley & Sons, c 2009. ISBN 9780470095157.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2020/21

V Brně, dne

L. S.

doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Diplomová práce pojednává o přístupech zavedení principů štlhlé výroby a zejména konceptu *Just in Time (JIT)*. Práce je strukturálně rozdělena na teoretickou a praktickou část. Zatímco teoretická část se zabývá teorií štlhlé výroby a problematikou parních turbín, praktická část se postupně věnuje představení společnosti, výrobnímu portfoliu, analýzou dodavatelů a zejména výrobnímu procesu. Praktická část je zakončena vytipováním návrhů změny koncepce včetně dílčích ekonomických vyhodnocení s ohledem na zákaznické požadavky ke splnění dodacích termínů, kvality a požadovaných nákladů.

ABSTRACT

The Master's thesis deals with the approaches to the introduction of the principles of lean manufacturing and especially the concept of *Just in Time (JIT)*. It is structurally divided into theoretical and practical part. While the theoretical part focuses on the theory of lean manufacturing and the details about steam turbines, the practical part gradually deals with the introduction of the company, production portfolio, supplier analysis and especially the production process. The practical part ends with the selection of proposals for changes in the production concept, including partial economic evaluations with regard to customer requirements to meet delivery dates, quality and required costs.

KLÍČOVÁ SLOVA

štlhlá výroba, Just in Time, výrobní koncepce, projektová výroba, parní turbína

KEY WORDS

lean manufacturing, Just in Time, production concept, project production, steam turbine

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

POKORNÝ, Zdeněk. Návrh tvorby výrobní koncepce pro funkce řízení výrobního procesu [online]. Brno, 2021 [cit. 2021-05-20]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/129641>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. Vedoucí práce Marie Jurová.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma **Návrh tvorby výrobní koncepce pro funkce řízení výrobního procesu** vypracoval samostatně pod vedením prof. Ing. Marie Jurové, CSc. a s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je přílohou této práce.

20.05.2021

.....
Datum

.....
Ing. Zdeněk Pokorný

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval vedoucí diplomové práce paní prof. Ing. Marii Jurové, CSc. za odborné vedení, konzultace, trpělivost a podnětné návrhy k práci. Taktéž bych rád poděkoval mým kolegům za přínosné rady.

OBSAH

ÚVOD	9
MOTIVACE.....	10
1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE	11
1.1 Konkurenceschopnost.....	11
1.2 Obecné předpoklady pro podnik na trhu	13
1.3 Výrobní koncepce a výrobní proces	13
1.4 Rozdělení výrobní koncepce.....	15
1.4.1 Projektově orientovaná výroba (kusová výroba).....	15
1.4.2 Ostatní typy výroby	16
1.5 Outsourcing.....	17
1.5.1 Make or Buy	19
1.6 Zásoby podniku	19
2 ŠTÍHLÁ VÝROBA	22
2.1 Principy štíhlé výroby.....	22
2.2 Nástroje štíhlé výroby.....	22
2.2.1 Just in Time (<i>JIT</i>)	24
2.2.2 Princip tahu (<i>pull system</i>)	25
2.2.3 Princip tlaku (<i>push system</i>).....	25
2.2.4 Jidoka (<i>Džidóka</i>).....	26
2.2.5 Heijunka	26
2.2.6 Hodnota a hodnotové činnosti	26
2.2.7 Kaizen.....	26
2.2.8 Systém 5S	28
2.3 ERP – Enterprise Resource Planning	29
2.3.1 Krátký pohled do historie ERP	29
2.3.2 Výhody ERP systému pro výrobní společnosti	31
3 TEORETICKÁ ČÁST – PARNÍ TURBÍNA.....	32
3.1 Parní turbína.....	32
3.1.1 Historie parní turbíny	33
3.2 Princip fungování parní turbíny.....	33
3.2.1 Rankin-Clausiiův cyklus.....	33
3.2.2 Regulační a rychlozávěrné ventily	35
4 PŘEDSTAVENÍ ZKOUMANÉ SPOLEČNOSTI.....	41

4.1	Vize a strategické cíle společnosti	42
4.2	Výrobní portfolio	45
4.2.1	Olejoyé hospodářství parních turbín	48
4.3	Dodavatelsko-odběratelské vztahy a strategie společnosti XYZ, s.r.o.	50
4.3.1	Dodavatelé společnosti XYZ, s.r.o.	51
5	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU.....	54
5.1	Projektově orientovaná výroba – životní cykly projektu.....	54
5.1.1	Fáze řízení projektu – projektová fáze	55
5.2	Procesní řízení	60
5.3	Layout výrobní haly.....	60
5.3.1	Sklady a skladové plochy	62
6	NÁVRHOVÁ ČÁST.....	64
6.1	Porovnání projektové a pojistné zásoby na pojistných ventilech	64
6.1.1	Ekonomická analýza a návrh zlepšení.....	66
6.2	Způsob řízení změn.....	71
6.2.1	Důvody technických změn a odchylek.....	72
6.2.2	Dopad změn na zkoumaný projekt	72
6.2.3	Dopad změn na výrobu komponent do volné zásoby.....	74
6.2.4	Upravení procesní mapy	75
6.3	Šrouby s válcovou hlavou s vnitřním šestihranem	76
6.3.1	Definování současného stavu výroby šroubů	77
6.3.2	Změna výrobní koncepce a ekonomické vyhodnocení	79
6.4	Gemba – plýtvání – ocelový pás na parní síta	84
6.4.1	Ekonomické vyhodnocení plýtvání	86
6.5	Změna výrobní technologie	86
6.5.1	Deska	87
6.6	Poptávky na výrobu dílčích komponent	89
	DISKUZE	91
	ZÁVĚR	92
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	93
	SEZNAM ZKRATEK A SYMBOLŮ.....	96
	SEZNAM PŘÍLOH	99

ÚVOD

V současném tržním prostředí je natolik velká konkurence, že úspěšnost firmy neurčuje pouze kvalita její produkce. Dnešní konkurenceschopnost determinuje zejména schopnost minimalizovat výrobní náklady při maximalizaci zisků. Důležitá je rovněž schopnost pružně reagovat na změny a včas se přizpůsobit okolním vlivům.

Tento fakt platí zejména pro velké nadnárodní firmy, které nachází své zákazníky na celosvětovém trhu a jsou tak ovlivněny globálními tržními silami. Kromě výše zmíněného je nutné, aby se společnost nezávisle na konkurenci zaměřila na zvyšování efektivity vlastních procesů, a to především na řízení výrobní koncepce pro řízení výrobního procesu.

Způsoby, jakými lze dosáhnout lepší konkurenceschopnosti, lze obecně rozdělit na zvýšení produktivity výroby při zachování neměnné kvality dodávek, což může vygenerovat větší zisky díky větším poptávkám od zákazníků. Druhým způsobem může být snížení nákladů, zbytečných prostojů a hledání optimálních nástrojů pro zefektivnění výroby v poměru cena-výkonnost.

Jelikož si je autor vědom požadavků zákazníků na stále lepší životní cykly produktů zejména při realizaci velkých projektů, zaměřuje se předkládaná diplomová práce na kombinaci obou způsobů, kterými lze podpořit konkurenceschopnost a splnit tak zákaznická očekávání. Pro tyto účely bude představena metoda štíhlé výroby s použitím metody *Just in Time (JIT)*.

Diplomová práce se v úvodních kapitolách zabývá obecnou základní teorií, která je podstatná k pochopení a osvojení nástrojů štíhlé výroby. Obsah kapitol je tvořen tak, aby se o tyto poznatky mohla opřít samotná návrhová část.

Následně je rozebrána problematika parních turbín včetně věcně doplněných poznatků získaných z praxe u zkoumané společnosti. Lze zde najít základní znalosti principu fungování parních turbín včetně představení nejzajímavějších komponent tvořících samotnou parní turbínu.

V praktické části je nejprve představena zkoumaná společnost včetně rozsáhlého popisu výrobního portfolia, dodavatelsko-odběratelských vztahů a výrobních procesů. Praktická část je následně tvořena analýzou současného stavu, na niž navazuje návrhová část, kde autor předkládá různé způsoby řešení tvorby výrobní koncepce. Ta je řešena převážně na komponentách, které tvoří dílčí celky parní turbíny, zejména regulační orgány a rychlozávěrné ventily. Snahou je zefektivnění samotné výroby s ohledem na výrobní náklady při zachování špičkové kvality. Pro tyto účely jsou použity právě nástroje štíhlé výroby, přičemž nelze opomenout materiálový tok a náhled do vnitropodnikových procesů. Právě ty souvisí s dodavatelským řetězcem napříč celým systémem.

Diplomová práce je ukončena zhodnocením a diskuzí, v níž se autor zabývá zhodnocením samotné návrhové části a předkládá další možné návrhy, které lze aplikovat a vzešly z řešené problematiky.

MOTIVACE

V dnešním světě se poptávka po elektrické energii stále zvyšuje. Je to dáno rostoucí spotřebou v mnoha různých oborech a skutečností, že stále neexistuje možnost dokonalého a účinného skladování elektrické energie. Proto je nutné zaměřit se na samotnou výrobu elektrické energie a stroje, které ji dokážou vyrobit. Jedním z možných řešení je právě parní turbína.

Parní turbína je tepelný stroj nabízející řadu všestranných a spolehlivých možností, jež mohou produkovat elektrickou energii pomocí generátoru. Výzkum v oblasti zvyšování výkonů a účinnosti má dlouhodobý cíl dosažení co nejefektivnější konstrukce a ekonomické hospodárnosti. K tomu, aby parní turbína a související turbosoustrojí bylo ještě více rozšířeno do nejrůznějších energetických zařízení po celém světě, je nutné zaměřit se i na samotnou výrobu parní turbíny a dílčích komponent tvořících tento celek.

Motivací pro tuto diplomovou práci je vytipování možnosti realizace a změny tvorby výrobní koncepce na dílčí komponenty nutné pro montáž parní turbíny. Autor si dále kladl za cíl použití některých metod štihlé výroby za účelem snížení výrobních nákladů s přihlédnutím k projektové výrobě zkoumané společnosti. Díky tomu je možno splnit zákaznické požadavky na dodací termíny a kvalitu zpracování v požadovaných nákladech.

1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

Teoretická část předkládané diplomové práce je rozdělena na dva základní směry:

- a) teorie související s pochopením celého výrobního konceptu, metodologií a procesy;
- b) teorie související s vyráběným produktem zkoumané společnosti.

Po teoretickou část této závěrečné práce navazuje část praktická, v níž jsou použity pojmy a definice, které se opírají o odbornou literaturu.

1.1 Konkurenceschopnost

Hlavním cílem úspěšné existence společnosti na trhu je jeho konkurenceschopnost. V předkládané diplomové práci se tento pojem ještě mnohokrát objeví, proto je vhodné ihned na úvod nastínit několik odborných definic, jež je možno najít ve vědecké literatuře.



Obr. 1) Výstupní produkt zkoumané společnosti [1].

Dle Michaela Portera¹ je „*konkurenceschopnost jádrem úspěchu nebo neúspěchu podniků. Konkurence rozhoduje o vhodnosti těch činností podniku, které mohou přispět k jeho výkonnosti, např. inovací, soudržného chování nebo dobré realizace záměrů.*“ Lze tedy konstatovat, že se jedná o schopnost přežít na trhu, obstát na něm se svým produktem, sledovat nové trendy na trhu a přizpůsobovat svůj produkt nadále tak, aby byl stále konkurenceschopný. [2]

Firmy, které chtějí být v dnešním světě na trhu konkurenceschopné a úspěšné, se musí nadále rozvíjet a zvládnout nové podmínky chování, tj. přání a potřeby zákazníka nejenom vyslyšet, ale rychle a pružně reagovat a přizpůsobit se jim.

¹Michael Porter (1947) – ekonom, vědec a profesor na Harvardu. Je autorem knih o konkurenceschopnosti, firemní strategii a strategických cílů a hospodářském rozvoji. Autorem metody „Porterova analýza pěti sil“.

Za zmínku stojí i další definice konkurenceschopnosti, která říká, že „*situaci na trhu, kdy se prodejci výrobků nebo služeb snaží nezávisle na sobě získat přízeň kupujících, a to s cílem zajistit si konkrétní podnikatelský cíl, jako např. zisk, velikost projede a/nebo podíl na trhu.*“ Konkurenční soutěžení mezi firmami se uskutečňuje na základě cen, kvality, doprovázejících služeb nebo kombinací těchto a mnoho dalších faktorů, které zákazník pozitivně hodnotí. Spravedlivá a deformovaná konkurence je pilířem tržní ekonomiky. [3]

Aby bylo možné sledovat a posuzovat konkurenceschopnost společnosti, je důležité hodnocení a monitorování výkonosti. Jedná se o nedílnou součást řízení podniku, jejíž výsledky jsou důležité nejenom pro vedení podniku, ale i pro ostatní zainteresované strany, které přicházejí do styku s daným podnikem. Podniky, které se pohybují v tržním prostředí, mají možnost si vybrat z několika metod zabývajících se hodnocením výkonosti s ohledem na řízení podniku. Záleží pouze na vedení společnosti, zda se přikloní více k finančním či nefinančním ukazatelům.

Výkonnost lze zvyšovat pomocí vhodně zvolených nástrojů na základě správně vytvořené implementace systému měření, které budou využívány v souladu se strategickými cíli dané společnosti.

Pro zjednodušení je uveden pouze jeden faktor využívaný pro monitorování výkonosti. Jedná se o **klíčový ukazatel výkonosti** (*Key Performance Indicator, tzv. KPI*). Tento ukazatel říká, co se má sledovat a dělat tak, aby se významným způsobem zvýšila výkonost podniku. Je to soubor metrik, který se zaměřuje na tzv. *core*² procesy, jež jsou nejdůležitější pro současný a budoucí úspěch společnosti. Zohledňuje krátkodobé i dlouhodobé faktory výkonosti. Dle literatury a zkušeností je nejlepší zvolit cca 10 KPI. [4]



Obr. 2) Společnosti mohou monitorovat výkonost dle vhodných KPI [5].

² Jedná se o tzv. klíčové procesy, jejichž předmětem je výroba produktů či poskytování služeb zákazníkům. Jinými slovy lze tyto procesy nazvat činnostmi, které přinášejí největší výnosy společnosti.

Důležitým aspektem úspěšnosti společnosti je i kvalita produktu. Tu lze definovat následujícími základními parametry:

- spolehlivost,
- životnost,
- funkčnost,
- nezávadnost.

1.2 Obecné předpoklady pro podnik na trhu

Jedním ze základních pojmů je termín „podnik“. Podnik lze shrnout do krátkých charakteristik viz níže:

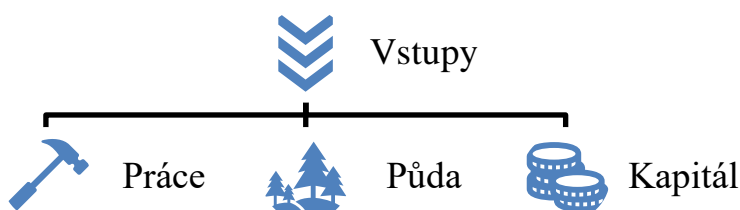
- podnik lze chápat jako ekonomicky a právně samostatnou jednotku založenou právě za účelem podnikání;
- podnik obecně je podnikatelským subjektem, tvořeným složkami hmotnými, nehmotnými a osobními, přičemž v průběhu užívání těchto prostředků dochází k transformaci vstupů na výstupy;
- z pohledu mikroekonomie³ jsou podniky firmy zaměřující se na výrobu produktů a služeb, které jsou na trhu nabízeny. Jedná se o mikroekonomickou produkční jednotku, jež si sama obstarává výrobní faktory.

Všeobecně známé mikroekonomické teorie uvádí, že společnosti se snaží specializovat v určité kategorii, v níž podnikají, a být tak více efektivní a vytvářet větší zisk.

1.3 Výrobní koncepce a výrobní proces

Jednou ze základních otázek výrobní koncepce a výrobního procesu obecně je definice výroby. Tu lze definovat jako přeměnu výrobních faktorů do služeb a statků, které prochází spotřebou. Jako výrobní faktory lze chápat práci, půdu či kapitál. Autoři Váchal a Vochozka pak zahrnují do výrobních faktorů i informace. [6], [7]

Výrobní faktory si lze prohlédnout na obrázku níže.



Obr. 3) Grafické zobrazení výrobních faktorů dle Synka [6].

Smyslem těchto faktorů je především získání konkrétních výkonů, a to zejména výrobků, a dopravních či bankovních služeb. V tomto pojetí lze zahrnout do výroby veškeré činnosti, který podnik zajišťuje. Jedná se o pořízení výrobních faktorů, lidských zdrojů,

³ Mikroekonomie zkoumá chování dílčích ekonomických subjektů – jednotlivců, domácností a firem.

finančních prostředků, dopravy, poskytování služeb a skladování. Naopak v užším pojetí se výrobou rozumí pouze vlastní výroba, tj. zhotovení hmotných výrobků a poskytování služeb. [6]

Výrobní procesy je možno definovat na základě transformace materiálových prvků ve výsledný produkt [8]:

- technologické procesy – výrobní procesy, které přeměňují materiálový na konečný výstup pro zákazníka;
- netechnologické procesy – ty se dělí na dvě skupiny, a to pomocné a obslužné, tyto skupiny zajišťují souvislý výstup pro zákazníka.

Výše zmíněné procesy mohou být dále ještě rozděleny na základě fází zpracování materiálových prvků ve výrobě [8]:

- předzhotovující – výroba polotovarů,
- zhotovující – samotná výroba komponent,
- dohotovující – konečná montáž.

Výrobní proces lze definovat jako soubor činností, které přeměňují vstupy na výstupy. Obecně je cílem podnikových procesů vyrobit či dodat službu zákazníkovi v požadovaném čase, množství a kvalitě. Sjednocením výrobních a pomocných prostředků (zejména strojů, manipulačních zařízení a dalších) spolu s výrobní silou a předmětem výroby (materiál, suroviny a energie) vzniká výrobní systém. V takovémto výrobním procesu je snahou docílení optimálního poměru mezi vysokou produktivitou a pružností výroby s neustálou optimalizací výroby za pomoci vylepšení výrobních časů (tj. přípravných a strojních). V neposlední řadě je důležité, aby veškeré zainteresované zdroje byly v pohybu, zejména tedy lidé, zásoby a stroje. K tomu samozřejmě patří i rozlišení činností, které se podílejí na zvyšování hodnoty výsledného produktu. Takto se pozná kvalitní a moderní výrobní proces.

Ve výrobním procesu se rozlišují následující základní pojmy [8]:

- pracoviště – základní buňka celého procesu, je prostorově omezená, vybavena potřebnými výrobními zařízeními a pomocí pracovní síly přeměňuje materiálové prvky;
- výrobní úsek – vznikne seskupením pracovišť ve kterých se vyrábí uzavřený soubor dílců;
- výrobní jednotka – vznikne finálním seskupením dílčích výrobních úseků, kde se uzavírá celý výrobní proces montážního celku či souboru těchto celků.

Dělení procesů dle charakteru [9]:

- hlavní – stanovení cílů, stanovení zásad a postupů, řízení zdrojů a sledování výkonů;
- řídicí – marketing, obchod, vývoj, výroba a servis;
- podpůrné – správa majetku, doprava, vzdělávání a školení zaměstnanců, účetnictví a údržba.

Cílem každého podniku je zlepšování a optimalizace procesů, které probíhají obvykle v následujících oblastech [9]:

- zvýšení toku materiálu, popř. optimalizace toku, aby nedocházelo k úzkým hrdlům;
- snížení variability nestabilních procesů a zvýšení standardizace;
- výroby a procesy, se kterými je zákazník nespokojen;
- inovace;
- pracoviště, která příliš zatěžují lidské zdroje;
- procesy bez přidané hodnoty podniku.

1.4 Rozdělení výrobní koncepce

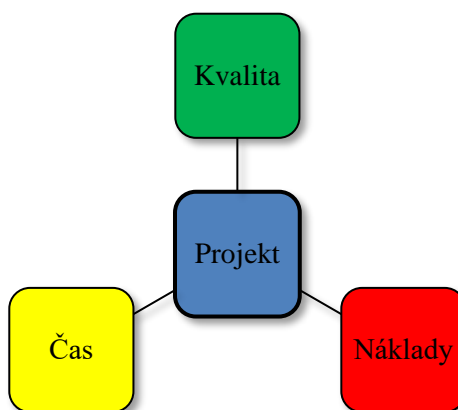
Nyní budou krátce představeny různé druhy výrobních procesů dle současného rozdělení výroby. Dle Russela a Taylora lze z hlediska operačního managementu či řízení provozu rozdělit výrobní proces na několik druhů, a to především z hlediska objemu a standardizace výroby.

1.4.1 Projektově orientovaná výroba (kusová výroba)

Nejmenší objem výroby a zároveň nejmenší standardizaci má projektově orientovaná výroba. Projekt lze chápat jako časově ohraničenou a ucelenou sadu činností a procesů, jejichž cílem je zavedení, vytvoření nebo změna něčeho konkrétního. Důležitý je tzv. *trojimperativ*. Ten představuje trojúhelník, kde na každém vrcholu lze najít jeden nezaměnitelný parametr projektu. Viz níže uvedený obrázek. Příkladem projektu může být např. vývoj nového typu letadla, stavba elektrárny, nebo výroba parní turbíny. [10]

Typickým znakem pro projekt je [11]:

- **čas** – projekt je výslovně časově ohraničen, tzn. je přesně stanoven začátek a konec;
- **cíl** – projekt musí mít konkrétní cíl, výsledek či užitek, tedy něco, co se má realizovat, vytvořit či změnit;
- **jedinečnost** – jedná se o neopakovatelný, unikátní sled činností, který vyžaduje specifický způsob řízení.



Obr. 4) Trojimperativ projektu dle [11], vlastní zpracování.

Ostatní důležité pojmy z problematiky projektového managementu jsou vysvětleny přímo v praktické části níže předkládané diplomové práce. Termíny a metody jsou aplikovány na skutečnou problematiku, kterou řeší zkoumaná společnost.

1.4.2 Ostatní typy výroby

Níže budou krátce představeny ostatní druhy výroby, aby byl doplněn celkový pohled na problematiku.

Zakázková výroba

Tato výroba zpracovává mnoho různých úkonů a úloh prostřednictvím výrobního systému současně ve skupinách nebo dávkách. Produkty se nejčastěji vyrábí na objednávku zákazníka, objem z hlediska velikosti objednávky je nízký a poptávka je kolísavá. Mezi příklady takového systému lze zařadit výrobu tiskáren, nábytku, pokrmů, kosmetiky atd. [10]

Sériová výroba

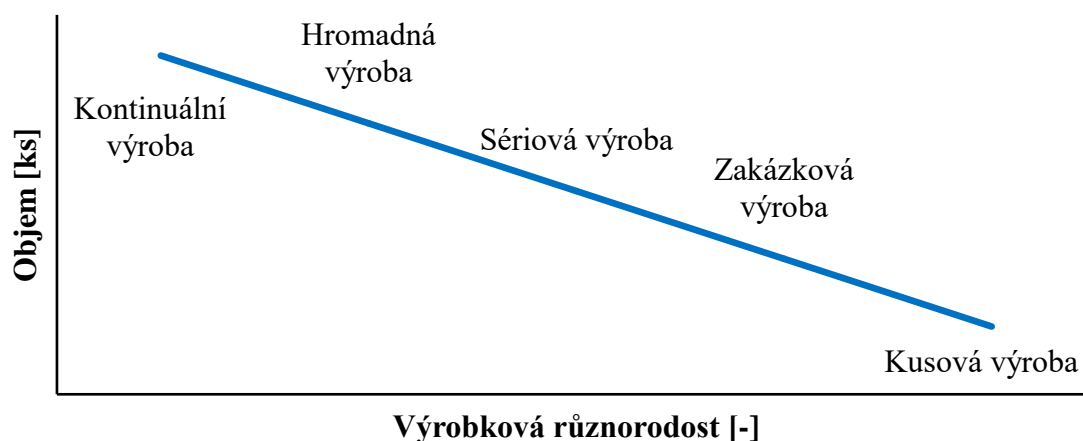
Tento typ produkuje velké množství standardního produktu pro globální trh. Poptávka po produktech je stabilní a objem produktů je vysoký. Masově vyráběné zboží zahrnuje například automobily, televizory a osobní počítače.

Sériová taktéž výroba umožňuje vyrábět produkty levněji než zakázková a kusová výroba, jelikož se vyrábí ve velkých sériích s menším zapojením lidských zdrojů. Lepší optimalizace výrobního procesu lze dosáhnout i díky nižším cenám vstupních surovin, které jsou nakupovány ve velkém.

Je zřejmé, že sériová výroba se potýká s jinými problémy než ostatní typy. Jednou z výzev tohoto systému je řešení logistiky, tzn. jakým způsobem má být vytvořen a udržován logistický řetězec od samotné dodávky polotovarů až po finální distribuci vytvořeného produktu při udržení perfektní kvality. [10]

Kontinuální či nepřetržitá výroba

Kontinuální výroba se používá u velkoobjemových komoditních produktů, které jsou velmi standardizované. Systém je vysoce automatizovaný a je typický v provozu nepřetržitě 24 hodin denně. Touto výrobou lze např. rozumět výrobu elektrické energie v elektrárnách. [10]



Obr. 5) Porovnání jednotlivých typů výrobních procesů [12].

1.5 Outsourcing

V předcházející podkapitole byly nastíněny a krátce popsány různé druhy výrobní koncepce včetně charakteristik. Dále je vhodné uvést, jakým způsobem se plánuje proces výroby a podpůrných činností.

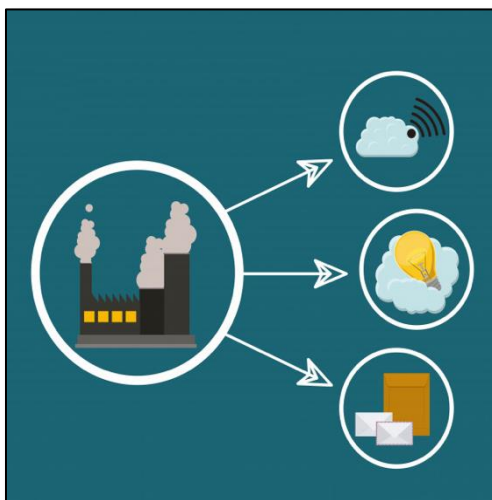
Proces plánování určuje, jakým způsobem bude produkt vyroben či služba poskytována. Tento proces také určuje, jaké komponenty budou vyráběny interně a jaké budou zakoupeny od dodavatele.

Outsourcing lze v češtině chápat jako vyčleňování určitých služeb, produktů, procesů a užší spolupráce mezi firmami a dodavateli. Dále vybírá a určuje procesy, vyvíjí a dokumentuje různé specifikace pro výrobu a dodávku nakupovaných položek. Opakem je *Insourcing*. [10]

Společnost, která nabízí a prodává produkt, provádí finální montáž, vyrábí veškeré dílčí komponenty a de facto mění vstupní suroviny na výsledné produkty, lze označit za vertikálně integrovanou. Označením „vertikální“ se rozumí míra, do jaké firma vyrábí součásti, které vstupují do jejích produktů v rámci dodavatelského řetězce.

Jak je patrné, většina společností nemůže vyrábět veškeré dílčí komponenty, které jsou použity pro výsledný produkt. Strategickým rozhodnutím společnosti tedy je, kolik práce ve smyslu počtu komponent by mělo být vyrobeno mimo firmu. Toto rozhodnutí zahrnuje otázky závislosti na svých dodavateli, budování kompetencí, a především znalosti nákladů. Dále by měly být zodpovězeny následující základní otázky:

- Které položky (komponenty) budou vyráběny interně a které externě?
- Na základě jakých kritérií budou vybráni dodavatelé?
- Jak bude nastaven vztah a partnerství s těmito dodavateli?
- Jakým způsobem bude probíhat změnové řízení? Jak se zajistí spolehlivost a kvalita?
- A mnoho dalších.



Obr. 6) Příklady, co mohou firmy outsourcovat [13].

Další rozhodnutí musí být v souladu s vyhodnocením následujících faktorů:

- 1) Náklady – je levnější vyrobit součástku nebo ji rovnou nakoupit? Jaké náklady lze uvažovat při zajištění výroby mimo prostory společnosti? Jedná se o práci, materiál, režii i dopravu nebo případně i jiné další? Na základě analýzy si potom společnost určí, zda je vhodnější obstarávat komponenty interně nebo je tzv. *outsourcovat*. [10]
- 2) Kapacita – jestliže společnost funguje a provozuje svoji výrobu na menší vytiženost, než je požadovaná, bude tato firma výrobky spíše vyrábět než nakupovat, aby zajistila udržení lidských zdrojů a úroveň pracovní síly. Zpravidla je lepší zajistit výrobu vlastní silou za účelem větší standardizace a udržení stabilních podmínek. [10]
- 3) Kvalita – schopnost poskytovat precizní díly je velice důležitým faktorem při rozhodování o outsourcingu. Zde je jednodušší kontrolovat a řídit kvalitu ve vlastní společnosti, jelikož mnohdy je nastaven typ procesního řízení, v němž je jedním z hlavních pilířů právě řízení kvality a neshodných výrobků. Na druhou stranu standardizace dílů, poskytování technologické podpory dodavateli, zapojení do návrhu komponent a následné provedení auditu a kontroly samotného dodavatele zlepši řízení kvality dodávaných dílců od tohoto dodavatele. [10]
- 4) Rychlost – dalším důležitým faktorem je rychlost, kterou je oslovený dodavatel schopen zajistit výrobu požadovaných dílců a jeho případná flexibilita při možných změnách. Je důležité si uvědomit, že navíc úspory z nakoupených dílců od vzdáleného dodavatele lze považovat za promrhané, jestliže jsou vykoupeny dlouhou dodací dobou ve smyslu přepravy a transportu. Zpravidla menší dodavatel je mnohem flexibilnější a dokáže se přizpůsobit jak technologickým, tak i konstrukčním změnám lépe než velká korporace, která má nastavený dlouhý řetězec procesů. [10]
- 5) Spolehlivost – oslovení dodavatelé v rámci outsourcingu musí být spolehliví jak v kvalitě výrobků, tak i načasování dodávek, tzn. *On-time-delivery*⁴ (OTD). Neočekávaná a neohlášená zpoždění v dodávkách mohou způsobit značné problémy, jestliže není nastavena pojistná skladová zásoba. V případě, že se jedná o zpožděné komponenty, pro které není strategické držet zásobu na skladě, pak se může stát, že takovýto výpadek dodávek komponent je z pohledu další výroby pro společnost katastrofický. [10]
- 6) Odbornost – firmy, které jsou extrémně dobré a jedinečné při navrhování či samotné výrobě určitých komponent, si budou chtít udržet kontrolu a určitý stupeň utajení nad výrobou, případně návrhem, vůči svým dodavatelům. Proto některé společnosti *outsourcují* pouze vedlejší výrobky, které nejsou klíčové a strategické pro jejich finální produkt. Proto by se klíčové komponenty neměly nacházet na kritické cestě. [10]

⁴ Ukazatel OTD bývá velmi často vybrán jako klíčové KPI pro dodavatele. Umožňuje vyhodnocovat dodržování termínů dodání, a tím i kvalitu dodavatelů. Hodnota je vyjádřena celkovým počtem dodaných produktů za stanovené období definované zákazníkem a dodavatelem.

1.5.1 Make or Buy

Jednou z dílčích strategií outsourcingu je strategie *Make or Buy*, v překladu dělej (vyrob) nebo nakup. V oblasti nákupu a řízení dodávek a zásobování byly během posledních desetiletí na vrcholu zejména dvě strategické otázky. První z nich se týká rozhodnutí, zda komponenty vyrobit nebo nakoupit. Poslední dobou se možnost nákupu stává stále významnější díky potenciálním výhodám *outsourcingu*. Firmy se do značné míry spoléhají na zdroje dodavatelů a produkty a služby od prodejců představují stále rostoucí podíl na celkových nákladech firmy. Druhá otázka se týká povahy vztahu mezi kupujícím a dodavatelem, resp. jejich společným vzájemným zapojením. Ve spoustě případů výhody spojené s úzkou kooperací změnily podmínky obvyklé na partnerských vztazích na vztahy s vysokou mírou zapojení. [14], [15]

1.6 Zásoby podniku

Primárním úkolem zásob je zajištění plynulosti výroby, aby nedošlo k přerušení kontinuity, poněvadž absence výdeje položek z určených skladů by vedla k přerušení materiálového toku. Plynulost výroby může být narušena výkyvy v dodavatelském řetězci, popř. narušením nebo neplněním dodávek smluvním dodavatelem. Zásoby dělíme dle následujících kritérií [6]:

- výrobní zásoba – jedná se o veškerý materiál, jenž je pořízen od dodavatelů, až po výdej ze skladu a vstupem do výroby;
- zásoby nedokončené výroby – jedná se o surový materiál, polotovary, a nedokončenou výrobu, které se nachází ve výrobních meziskladech;
- zásoby hotových výrobků – jedná se o produkty dokončené výroby, které čekají na expedici.

Další dělení zásob lze pozorovat na základě operativního řízení těchto zásob [6], [16]:

- běžná (tzv. obrátková) zásoba – jedná se o takovou zásobu, která pokrývá potřeby na výdej materiálu mezi dodávkami v průběhu dodacího cyklu;
- pojistná zásoba – kryje odchylky od plánu, plánované spotřeby, průměrné délky dodacího cyklu a výše dodaného množství (nejběžněji je takto nastavena zásoba u tzv. *kanbanových* položek);
- technická zásoba – lze definovat jako množství materiálu, které je potřeba pro pokrytí nezbytných technologických postupů při výrobě před použitím;
- sezónní zásoba – standardně existuje několik druhů sezónní zásoby, kterou je možno doplnit pouze v určitém období;
- havarijní zásoba – je vytvářena tam, kde by případná absence výrobku či materiálu znamenala dramatické zastavení výroby a následné narušení výrobního toku v rámci celého výrobního systému (typicky vytvářena v elektrárnách);
- maximální zásoba – tato zásoba představuje výši stavu zásob při nové dodávce zboží;

- naopak minimální zásoba vyjadřuje stav zásob před dodávkou, pokud byla vyčerpána běžná zásoba, zpravidla je dána součtem zásoby pojistné, technické a havarijní;
- objednací zásoba – výše zásob, kdy je nezbytné zajistit další dodávku tak, aby byla dodána nejpozději v okamžiku, kdy již výše stavu zásob dosáhne minimální zásoby;
- nevyužitá zásoba – tento poslední typ zásob může mít povahu zásob, které jsou nepotřebné a nenachází další použití v rámci výrobního cyklu, tento typ je třeba redukovat a eliminovat, popř. přímo likvidovat nejlépe prodejem.

Na základě vhodného řízení a plánování zásob dochází k optimálnímu zásobování a nedochází tak k přerušení výroby či náhlým prostojům, snížení produktivity nebo případným ztrátám. Taktéž by nemělo docházet k přezásobením. Systém by měl být v rovnováze. Proto se nesmí zapomínat na níže uvedené parametry, které doplňují výše uvedené charakteristiky [6], [16]:

- dodávkový cyklus – jedná se o časový úsek mezi dvěma bezprostředně následujícími dodávkami, vyjadřuje se v časové jednotce den;
- velikost dodávky – výše dodaného množství daných položek v rámci jedné dodávky, udává se v hmotných měrných jednotkách a úzce souvisí s frekvencí dodávek, které určují počet dodávek za definované časové období;
- spotřeba – vyjadřuje se na základě skutečné spotřeby opět na základě určitého časového rámce, popř. na základě predikce spotřeby, udává se v množství nebo v peněžních jednotkách;
- dodací lhůta – jedná se o čas nutný ke splnění dodávky od jejího předložení, vyjadřuje se určením dne, měsíce nebo kvartálu;
- objednací lhůta – úsek od předání objednávky dodavateli po období, jenž má dojít k plnění objednávky.

Ukazatel doby obratu zásob (*DOZ*) vyjadřuje časové období, jenž je možno z průměrných zásob pokrýt průměrnou denní spotřebu.

Současným fenoménem a principem *Lean* řízení by měla být doba obratu co možná nejkratší pro zajištěné plynulé výroby tak, aby nedocházelo k plýtvání. Při plánování zásob a frekvenci jejich dodávek a stanovení optimální velikosti je nutné mít na paměti, že zásoby mohou mít pozitivní i negativní význam:

Negativní význam [17]:

- opotřebení, stárnutí materiálu, koroze, riziko znehodnocení či nepoužitelnosti nebo neprodejnosti zásob;
- na zásoby je vázán kapitál;
- ohrožení likvidity a důvěryhodnosti podniku;
- při neoptimálním nastavení výše skladových zásob může docházet k nadměrnému využití skladových zásob nebo naopak k neefektivnímu

zásobování v rámci materiálového toku kvůli vzdáleným skladovým plochám.

Pozitivní význam [17]:

- uskutečnění procesů ve vhodném rozsahu;
- krytí nepředvídatelných výkyvů nebo poruch;
- řešení časového, místního, kapacitního a sortimentního nesouladu mezi výrobou a spotřebou.

Řízení zásob vzešlo historicky z požadavku na efektivní řízení hmotné stránky materiálového toku. Komplexní a detailní pohled na zásoby je právě přirozenou součástí filozofie *Lean*, kde tato metodika klade vysoký důraz zejména na řízení zásob. Tudiž při řízení zásob záleží na dostupných informacích, jejich kvalitě i množství. Tyto informace se použijí pro stanovení prognóz budoucích prodejů a ze spotřeby v předešlých obdobích. Při chybném odhadu může být společnost ohrožena nadbytkem nebo naopak nedostatkem hmotných prostředků k zajištění plynulosti kompletního výrobního toku napříč výrobním systémem celého závodu. Toto pochybení se může projevit finančním deficitem či ztrátou zákazníka. [18]



Obr. 7) Grafická ilustrace možného řízení zásob [19].

2 ŠTÍHLÁ VÝROBA

Štíhlou výrobou rozumíme zaměření celé organizace na omezení plýtvání zdroji a časem. Prostředkem je eliminace všeho, co společnosti brání v růstu. Hlavním principem je produkovat pouze tehdy, pokud je to potřeba. To znamená řídit organizaci nikoliv jako izolovaný produkt, technologii nebo dílčí útvar, ale vnímat řízení jako bezbariérový tok vyprodukovaných hodnot od dodavatelů směrem k zákazníkům. V podstatě se tak jedná o sociotechnický systém, jehož primárním cílem je eliminace plýtvání zdroji, neustálé snižování variability ve výrobních procesech a v objemech zásob. [20], [21]

Dle autorů Váchala a Vochozky (2013) je pojem štíhlé výroby (v angličtině „lean“) úzce spjat s japonskou firmou Toyota v období druhé poloviny minulého století. Postupem času vznikala koncepce štíhlé výroby jako soubor dílčích zkušeností a nových metod řízení. Následně se tato koncepce rozšířila i do dalších průmyslových odvětví napříč celým světem. Jednalo se o novou strategickou koncepci, začala klást důraz na zákaznickou spokojenost, a především na snižování nákladů a úsporné hospodaření s disponibilními zdroji. [7]

Koncepce štíhlé výroby reagoval na princip centralizovaného řízení výroby, který byl v té době prosazován zejména v USA a západních evropských zemích. Centralizovaná výroba nereagovala dostatečně flexibilně na požadavky a přání zákazníků. Japonskému přístupu iniciovanému společností Toyota se podařilo požadavkům zákazníků přizpůsobit flexibilněji i při nízkých výrobních nákladech prostřednictvím operativních pracovních týmů s vysokou dílčí odpovědností za průběh a kvalitu výroby. [7]

2.1 Principy štíhlé výroby

Při realizaci štíhlé výroby je vhodné respektovat a myslet na doporučený myšlenkový tok složený z několika principů. Jak již bylo nastíněno v úvodních odstavcích předcházející kapitoly, k základním principům štíhlé výroby patří decentralizace výrobního procesu a rozhodovacích kompetencí, akcentování potřeb zákazníků a vysoká míra odpovědnosti za kvalitu produkce a služeb.

K dalším důležitým myšlenkám patří dle Keřkovského a Valsy (2012):

- využití plánovacího principu tahu;
- nepřetržitost: štíhlá výroba je charakteristická kontinuálním procesem zlepšování, což jednoznačně platí jak pro technologické aspekty výroby, tak i pro zákaznickou spokojenost.

Schopnost efektivně rozpoznat rozdílné potřeby zákazníků a navrhnout tvůrčí řešení představují dle metodiky štíhlé výroby hlavní determinanty konkurenceschopnosti. Důraz je kladen na podstatné aktivity a klíčové schopnosti, což předpokládá důslednou kontrolu všech aktivit v rámci hodnototvorného řetězce v organizaci. Jde o široké spektrum podnikových činností, jako jsou montáž, odbyt, likvidace odpadů, vývoj, výzkum atd. Řetězec musí být propojen se sítí odbytu, dodavatelů a požadavky koncových zákazníků spojeny s interním tokem informací v podniku. [21]

2.2 Nástroje štíhlé výroby

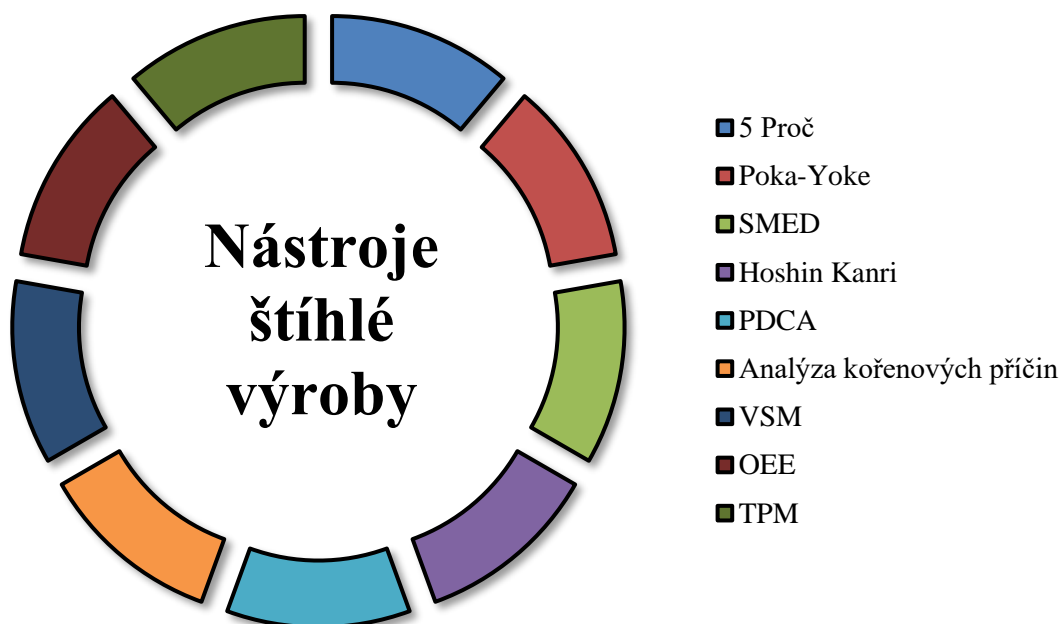
Dle Dlabáče (2015) je štíhlá výroba souborem metod, principů, ale také nástrojů, kterými lze řídit výrobu a výrobní koncepci v organizaci. Toho lze docílit například prostřednictvím výrobních pracovišť a linek, strojních zařízení, rozmístěním operátorů. Cílem je dosažení

flexibilní, standardizované a stabilní výroby. Nástroje využívané v rámci štíhlé výroby mohou být dvojího typu:

- nástroje identifikující zdroje plýtvání;
- nástroje eliminující plýtvání.

V dalších podkapitolách bude věnována pozornost nejdůležitějším typům nástrojů, z hlediska použití v praktické části. Kromě těchto nástrojů nelze opomenout i další prostředky pro zvyšování efektivity a dosažení požadovaných vstupů.

V praxi jsou běžně používány metody **5 Proč**⁵, **Poka-Yoke**⁶, **SMED** (Single-Minute Exchange of Dies)⁷, **Hoshin Kanri**⁸, **PDCA** (Plan-Do-Check-Act)⁹, **Analýza kořenových příčin** (RCA)¹⁰, **VSM** (Value Stream Mapping)¹¹, **OEE** (Overall Equipment Effectiveness)¹², **TPM** (Total Productive Maintenance)¹³. [22]



Obr. 8) Další možné nástroje štíhlé výroby, vlastní zpracování.

⁵ **5 Proč** je základní metoda pro zjištění příčiny, používá se řetězením otázek „Proč?“

⁶ **Poka-Yoke** se snaží zabránit a vyhnout se neúmyslným chybám tak, že danou výrobní operaci je možné provést pouze jedním způsobem.

⁷ **SMED** je označení pro systematický proces pro minimalizaci prostojů a přípravných časů.

⁸ **Hoshin Kanri** v poslední době metoda, která je na vzestupu, jedná se o 7 krokový proces používaný ve strategickém plánování.

⁹ **PDCA** – taktéž označován jako Demingův cyklus, v překladu naplánuj-proveď-ověř-jednej, metoda založená na neustálém zlepšování procesů, služeb, kvality výrobků.

¹⁰ **RCA** – *Root Cause Analysis* – Analýza kořenových příčin – systematický proces identifikace základní příčiny problému nebo události a nalezení přístupu pro adekvátní reakci.

¹¹ **VSM** – Mapování toku hodnot – metoda se používá k analýze a nastavení toku materiálu a informací potřebných k dodání výrobku nebo služby zákazníkovi.

¹² **OEE** – Celková efektivnost zařízení – je to kvantitativní ukazatel efektivnosti výrobních zařízení.

¹³ **TPM** – je komplexní přístup k efektivnosti provozu a údržbě zařízení. Cílem metody je dosažení perfektní výroby a nízkých nákladů provozu.

2.2.1 Just in Time (JIT)

Metoda *Just in Time*, do češtiny překládána jako „právě včas“, má primární cíl zefektivnit dodavatelsko-odběratelský vztah. Při důsledné aplikaci této metody by společnost neměla vázat žádný kapitál v zásobách a měla by být zajištěna plynulost výroby. Znamenalo by to, že podnik nemá mít vůbec žádné zásoby. Všechn materiál, co je nakoupen, má okamžitou spotřebu v dalších procesech a eliminuje se tak zbytečná manipulace s materiálem. Z hlediska skladování by to byly například povinnosti se zaskladněním a vyskladněním materiálu. Nicméně v praxi prozatím není možné držet nulové zásoby kvůli různým omezením:

- 100% spolehlivost dodavatele, dodávat bezchybně, žádné neshodné produkty;
- dostupnost dopravních služeb, optimalizace logistických uzlů, které budou přesné a ve správné frekvenci;
- téměř okamžitá reakce všech článků logistického řetězce na změny a výkyvy tak, aby nevznikla prodleva, jež by ovlivnila následující procesy.

V důsledku těchto omezení je proto nutná dobrá organizace práce, kvalitní technologie, postupy, schopní, spolehliví a kvalifikovaní pracovníci.

Minimalizovat lze například množství týdenní spotřeby spočítané z průměrné spotřeby v kombinaci s předpovědí spotřeby od výrobních plánovačů a kolegů z nákupního oddělení. Nicméně pro tuto minimalizaci je nutné přizpůsobit frekvenci dodávání zásob tak, aby společnost byla schopna pokrýt poptávku od zákazníků.

Vyrovnění výroby (*heijunka*) je založeno na třech hlavních pilířích [7]:

- systém tahu – výroba reaguje pouze na impulsy od zákazníků;
- čas taktu – výrobní takt by měl být nakonfigurován na co nejnižší možný interval a měl by odpovídat časovému harmonogramu dodávek tak, aby na ně pak navazovaly jednotlivé procesy;
- nepřetržitý chod – předpokládá krátký takt a vysokou frekvenci taktů.

Odlišný pohled má Synek a Kislingerová (2010). Tito autoři ve své publikaci tvrdí shodně s předchozími odstavci, že je nutné, aby výroba potřebného množství probíhala ve správný okamžik. Znamená to tedy, že stav zásob by měl korespondovat v daném okamžiku s aktuální výrobní potřebou. Ovšem dodávají, že metoda *JIT* má přispívat k eliminaci ztrát v průběhu celého výrobního procesu, který začíná již při nákupu materiálu, resp. vstupních polotovarů, a končí až distribucí finálního produktu. [23]

Stehlík a Kapoun (2008) dodávají, že společnosti fungující na základě metodiky *JIT* taktéž usilují o minimalizaci a redukci neshodných výrobků, rovnoměrnou vytíženost výrobních kapacit, nulové časy dodávek a objemy zásob, 100 % výrobní dávky a minimální manipulační a seřizovací časy. [24]

Systém *Just in Time* lze shrnout jako metodu usilující o efektivnější využití výrobních kapacit, pracovníků i zásob. Zásoby lze výrazně eliminovat na skladě, v důsledku čehož se může společností uvolnit kapitál, s nímž je poté možno efektivněji hospodařit v jiných oblastech. Dalším faktorem je zvýšení kvality výrobků, jelikož při každém neshodném výrobku je zastavena výroba a odstraněna chyba. *JIT* je velice citlivý na každé zastavení

výroby, jelikož se snaží motivovat operátory, aby odstranili jakékoliv možné nedostatky. Posledním z benefitů této koncepce jsou nulové přebytky, ke kterým nedochází kvůli systému tahu a propočtům přesné materiálové spotřeby. V neposlední řadě systém spoléhá na spolehlivost všech zainteresovaných stran ve výrobním procesu včetně dodavatelů. [25]

Kanban

Jedná se o komunikační nástroj ve štíhlé výrobě. Tento koncept je úzce spjat s principy *JIT*. V překladu toto japonské slovo znamená štítek nebo kartu, kterou lze spatřit. Ve výrobních podnicích je zpravidla tento štítek připojen ke specifické výrobní lince či výrobnímu pracovišti, kde označuje dodávku určitého množství. Jestliže jsou všechny dílce použity, štítek se vrátí na původní místo a slouží tak jako objednávka na další díly.

Tato metoda tak pomáhá optimalizovat materiálové a informační toky ve výrobním procesu. Koncepce se řídí několika níže uvedenými základními pravidly [25]:

- nejsou produkovány žádné součástky, které nemají kartu, pokud nejsou na výrobním pracovišti žádné karty se zakázkami, pracoviště nevyrábí a věnuje se jiným činnostem;
- každému výrobnímu kontejneru připadá pouze jedna karta s jednoznačnou informací;
- kontejnery jsou naplněny stejným množstvím součástí, pokud možno v ideálním případě je toto množství malé.

2.2.2 Princip tahu (*pull system*)

Anglickým termínem *pull system*, který se do češtiny překládá jako princip tahu, se dle odborné literatury označuje pravidlo, kdy se vyrobí pouze požadované produkty v určitém množství. Produkty tedy nejsou tzv. protlačovány výrobním procesem, jak tomu bohužel bývá v tradičních výrobních závodech. Princip tahu je takový systém, který vysloveně omezuje množství rozpracované (ve smyslu nedokončené) výroby a množství produktů, jež mohou být uvnitř systému.

Hlavní výhodou tohoto principu je redukce výrobních nákladů, k čemuž dochází díky minimalizaci mezioperačního objemu zásob, zkrácení průběžné doby výroby a zejména kvůli nižší nedokončené výrobě. [26], [27]

2.2.3 Princip tlaku (*push system*)

Anglický termín *push system*, je do češtiny překládán jako princip tlaku. Jedná se o opačnou metodu, než je *pull system*. Spočívá v přesném dodržování výrobního plánu ve společnosti. Struktura výrobního plánu přesně určuje harmonogram termínů pro objednávku vstupních komponent (zejména tedy surovin a polotovarů) a zahájení finální produkce.

Někdy bývá *push system* chybně označován jako výroba na sklad bez předchozího zákaznického požadavku, kdežto *pull system* bezprostředně reaguje na zákaznický požadavek, jedná se tedy o zakázkovou výrobu. Dle Rosera je tento úhel pohledu chybný. Zásadním rozdílem mezi *push* a *pull* systémem je [26]:

- *push* – systém nelimituje množství rozpracované (nedokončené) výroby;
- *pull* – intenzivní regulace množství nedokončené výroby.

2.2.4 Jidoka (*Džidóka*)

Tato metoda funguje na principu přerušení výroby, kdykoliv je zjištěna chyba ve výrobním systému. Výroba je opět spuštěna až po identifikaci a odstranění příčiny chyby, čímž je vnesena kontrola kvality do každého procesu. *Jidoka* je tedy principem pomáhajícím zvyšovat kvalitu výroby založeným na monitoringu kvality výrobního procesu v reálném čase. [25]

2.2.5 Heijunka

Heijunka je metodou rozvrhování výroby, resp. výrobkového množství a výrobkového mixu v definovaném časovém úseku. Tato metoda zamezuje plýtvání materiálem, pomáhá rozvrhovat co a v jakém množství se na daném pracovišti vyrobí. Taktéž vyrovnává zatížení pracovišť tak, aby byla produkce udržitelná. [25]

2.2.6 Hodnota a hodnotové činnosti

Dalším neopomenutelným nástrojem štíhlé výroby je mapování hodnoty a hodnotového toku. Hodnotu lze definovat jako naplnění očekávání ze strany koncového zákazníka. Důležitá je předchozí komunikace mezi společností a zákazníkem, jež umožní správně a adresně určit hodnotu vnímanou zákazníkem. Vhodnou oblastí pro zkoumání a porozumění hodnot jsou například nákupní kritéria, rozhodovací procesy, chování zákazníků, individuální preference či funkční potřeby. [18]

Důležité v této metodě je rozlišení činností, které v rámci výrobního procesu nepřinášejí žádnou hodnotu. Jedná se tedy o čistou ztrátu (např. prostoje). Přesto jsou vyžadovány a jsou nutné pro chod celé výrobní koncepce. Může se jednat o kontrolu kvality a měření. Dále jsou to činnosti, které hodnotu tvoří (zejména vznik nového výrobku, služby atd.). Tato kategorie je nejdůležitější pro úspěšný chod podniku, jelikož za výsledky této činnosti je zákazník ochoten zaplatit. [18]

2.2.7 Kaizen

Označení *Kaizen* použil japonský autor Masaaki Imai ve své knize *KAIZEN*: klíč k japonskému ekonomickému úspěchu již v roce 1986. Pro vysvětlení strategie je vhodné se zaměřit z čeho toto označení vzniklo. Jedná se o spojení slov *kai* (znamená změnu) a *zen* (dobrý nebo lepší). Je to tedy změna k lepšímu a neustálému zdokonalování stavu. Základním rysem strategie této je, že jakékoliv změny jsou důsledkem promyšlené metody částečných malých změn v průběhu času. Tyto dílčí kroky, někdy i nepatrné změny, mají posléze významný dopad na fungování a výsledky organizace. Nejedná se tedy o potřebu zlepšovat stávající stav prostřednictvím zásadních strukturálních změn v organizaci. [27], [28]

Hlavní klíčem k úspěšnému fungování systému *Kaizen* je zapojení všech pracovníků v podniku a neustálé přemýšlení o činnostech, které by se daly zlepšit. Základem je tak nespokojenost se současným stavem a nepřetržité vyhledávání a odstraňování plýtvání. Pro daný systém je potřeba mít ve společnosti zavedenou kulturu kvalitních lidí, kteří spolupracují na společných hodnotách jako jeden tým a neustále zlepšují sebe a své okolí. Do tohoto procesu je zapojena celá společnost od vývoje a výzkumu, administrativy, výroby, logistiky a expedici až po údržbu a další. [27], [28]

S koncepcí *Kaizen* je spojován termín *Gemba Kaizen*. V japonštině tento výraz znamená místo, které vytváří hodnoty. Ve výrobních podnicích si lze pod tímto termínem

¹⁴ V poslední době se vyskytuje v odborné literatuře i 8. kategorie, a to plýtvání nevyužitým talentem.

Muda dopravy – zbytečné a neúčelné přemísťování nebo logistické aktivity v rámci výrobního procesu mohou vést k narušení produkce. [27], [28]

2.2.8 Systém 5S

Tato metoda se zaměřuje na pracoviště způsobem, jakým zvýšit produktivitu práce pomocí většího pořádku, efektivity a disciplíny na pracovišti.

Systém 5S je pojmenován na základě pěti japonských slov začínajících písmenem „S“, dílčí vysvětlení je uvedeno v odstavcích níže. Následně je vhodně doplněna obrázková ilustrace konceptu 5S.

Seiri

Označuje vše nepotřebné. Znamená první krok, který zahrnuje rozdělení veškerých položek na pracovišti do dvou kategorií. Jedná se o položky nutné a zbytečné, přičemž se mají odstranit tyto zbytečné položky, jež nejsou potřeba pro každodenní práci. [28]

Seiton

Jestliže je proveden první krok, je nutné uspořádat veškeré položky, které byly ponechány jako skutečně potřebné. Znamená to tedy, že v rámci druhého kroku se nastaví pořádek na pracovišti. Veškeré položky musí být na svém určeném místě a v pořádku tak, aby jejich nalezení bylo pro pracovníky snadné. Proto je vhodné specifikovat přesné místo určení povolených položek na pracovišti, jejich název a přesný počet. [28]

Seiso

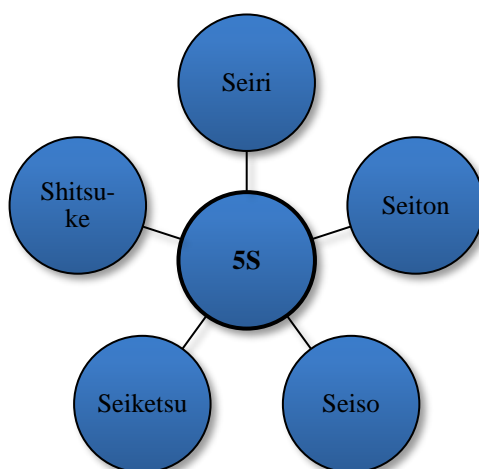
Třetí krok je o udržování již nastoleného pořádku na pracovišti. [28]

Seiketsu

Tento předposlední krok se vykládá jako udržování čistoty používání vhodného pracovního oděvu a pracovních pomůcek. [28]

Shitsuke

Poslední krok v systému 5S reprezentuje sebedisciplínu, která se postupně stává součástí každodenního života pracovníků. Následně by ve stadiu *shitsuke* měly být zavedeny standardy pro každý z pěti kroků a zajištění jejich dodržování.



Obr. 10) Grafické zobrazení systému 5S, vlastní zpracování [28].

2.3 ERP – Enterprise Resource Planning

Tato kapitola je do teoretické části zařazená zejména kvůli typu a velikosti společnosti, která je zkoumána v praktické části předkládané diplomové práce.

Zkratka *ERP* vychází z anglických slov *Enterprise Resource Planning*, což se do českého jazyka překládá jako plánování podnikových zdrojů. *ERP* lze definovat jako softwarový (SW) robustní systém, který podporuje řízení všech hlavních i podpůrných procesů v podniku. Jednou z nejdůležitějších vlastností *ERP* je standardizovaný přístup ke všem procesům. V současné době trend růstu přijetí a implementace *ERP* napříč trhem pouze dokládá důležitost tohoto systému – strategie.

ERP systém zpravidla zahrnuje níže uvedené moduly [29]:

- nákupní,
- prodejní,
- výrobní,
- účetní,
- lidských zdrojů,
- projekt management,
- skladovací a zásobovací.

2.3.1 Krátký pohled do historie ERP

Již od nepaměti je důležitá konkurenceschopnost, která se v posledních letech projevuje čím dál víc obzvláště mezi výrobními společnostmi. Snaží se budovat a vytvářet produkty v co nejlepši možné kvalitě, a přitom udržet co nejnižší cenu.

Počátek *ERP* systémů se datuje na počátek 60. let. Období tzv. *Resource Planning systémů* bylo zahájeno požadavkem výrobních závodů na automatické potřeby materiálu (*MRP I – Material Requirements Planning*). Aplikace tehdy fungovala na principu agregování požadavků plánování výroby a rozvrhování materiálu pro výrobní proces [29], [30]

Koncem 70. let a v průběhu 80. let přibývaly k *MRP I* systémům další funkcionality, které pokrývají i řízení výroby. To zapříčinilo transformaci *MRP I* a vznik *MRP II* (*MRP II – Manufacturing Resource Planning*). Tento systém již pokrývá plánování všech podnikových zdrojů a nezaměřuje se pouze na rozvrhování materiálových potřeb jako předchozí systém *MRP I*. [29], [30]

V 90. letech následně vznikl pravý *ERP* software. Zavedla se úplná integrace celého podniku do jedné databáze s cílem vytvořit agilní přizpůsobení požadavkům trhu na základě systémů *MRP I* a *MRP II*. *ERP* systémy lze definovat jako databázi, která funguje jako jediný správný a pravdivý zdroj informací zejména pro výrobně založené společnosti. Rozdíl a hlavní pokrok oproti předchozím systémům spočívá především v integraci zdánlivě odlišných oddělení (*vyjmenovány v odrážkovém seznamu výše*) do jednoho celistvého ekosystému. [29], [30]

Postupem času došlo k rozmachu přijetí systémů *ERP* u mnoha dodavatelů SW. Tyto systémy řeší širokou paletu různých byznysových problémů, jako je např. začlenění spotřebitelských interakcí do základních potřeb společnosti nebo řízení vztahů se zákazníky

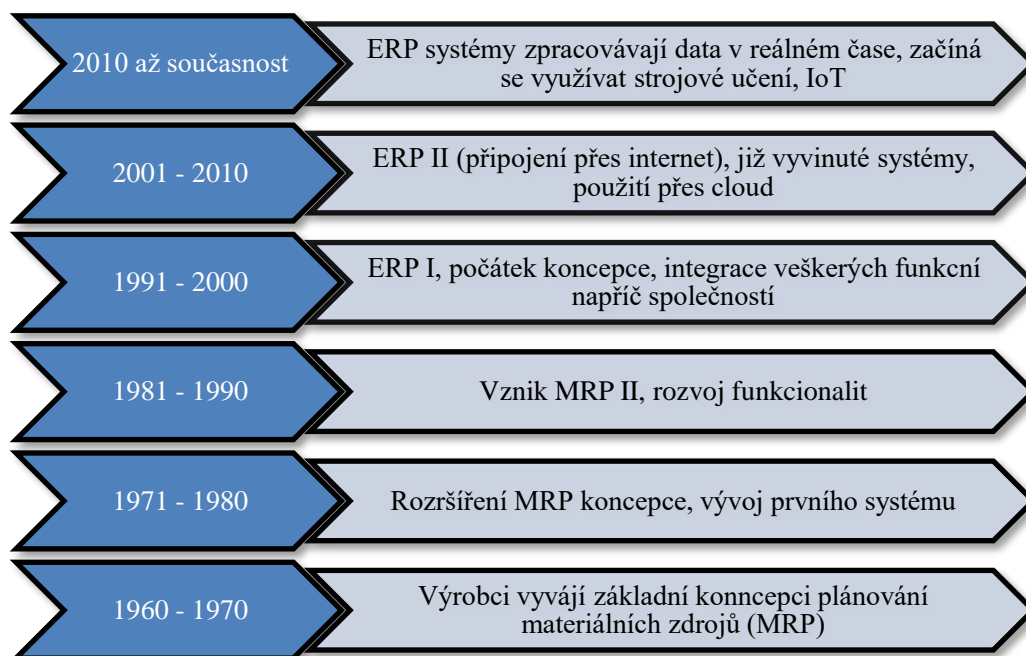
prostřednictvím integrace (*CRM*). Tyto nadstavby a doplňky k původnímu *ERP* řešení dodaly větší efektivitu. Od té chvíle lze mluvit o *ERP II*, které je definováno jako integrace s dalšími efektivními obchodními řešeními. [29], [30]

V současné době se mluví o použití *ERP* přes *cloudové* řešení díky vysoké rychlosti internetu. Lze tedy dodávat a provozovat celé softwarové balíčky na dálku, aniž by koncový uživatel, resp. společnost, musel investovat do hardwaru či infrastruktury nezbytné pro provoz těchto rozsáhlých systémů. To snížilo bariéru vstupu pro mnoho společností a lze tedy najít různá *ERP* řešení i mezi středně velkými organizacemi. Kromě *cloudu* se používají nejmodernější technologie a metody, jako je využití strojového učení, *Internet of Things* (internet věcí, *IOT*), které za pomoci umělé inteligence posunují použitelnost a benefity tohoto systému na úplně novou hranici. Např. technologie strojového učení využívá data a zpětnou vazbu k osvojení vzorů a vytváření hypotéz a předpokladů, které informují o dalších analýzách a poznatcích. V kontextu *ERP* může strojové učení automatizovat hlášení, odsouhlasení a nahlášení nekonzistencí nebo chyb.

Závěrem lze tvrdit, že systém *ERP* se vyvinul z potřeby koordinovat, předvídat a neustále reagovat na měnící se trendy a hybné síly na trhu.

Mezi nejznámější společnosti, které distribuují a vyvíjí systémy *ERP*, se řadí společnost *Systems, Applications and Products in Data Processing* (**zkráceně SAP**). Tato společnost vydala svoji první verzi již v roce 1992. Záhy se stala předním hráčem na trhu a tuto pozici si doposud drží. Z dalších nadnárodních společností lze jmenovat **Oracle**, **BAAN corp.** či české softwarové studio **Helios**. [30]

Na níže uvedeném obrázku je přehledně graficky zpracována historie *ERP*.



Obr. 11) Historie ERP systémů, vlastní zpracování [31].

Budoucnost *ERP* systémů lze predikovat na základě hlavních technologických trendů a hybatelů současné doby. K těm se řadí především internet věcí (*IoT*) a umělá inteligence. V blízké době tak budou systémy využívat strojové učení, které identifikuje vzory v datech a vyvozuje závěry eliminace zejména rutinních, manuálních úkolů a předvídá budoucí trendy za účelem zlepšení obchodních příležitostí. Jakmile dokáže *ERP* systém plnohodnotně napodobit lidské chování, vytvoří nové příležitosti pro automatizované reporty a zpracuje i obrovské množství dat, aniž by provedl chybu. Co se týče *IoT*, lze jmenovat komponenty jako jsou senzory, kamery, sledovací systémy či skenery. Ty se stanou klíčovým zdrojem informací. Tato zařízení následně mohou monitorovat stav a využití průmyslových strojů, rychle upozornit údržbu a obsluhu stroje, že stroj např. produkuje neshodné výrobky. Skener může automaticky sledovat produkty při jejich vstupu do skladu či naopak při opouštění skladu. To může zajistit nejen velmi přesné počty zásob, ale také optimální nastavení skladové zásoby pro vhodné doplnění zásob či vygenerování automatického požadavku na doplnění produktu do zásoby. [31]

2.3.2 Výhody ERP systému pro výrobní společnosti

Informační technologie jsou v současné době jedním z nejdůležitějších faktorů fungování podniku. Je pochopitelné, že k implementaci a plnohodnotnému použití se různě staví drobné společnosti (popř. živnostníci) a nadnárodní společnost. Společnou vazbou je však to, že všichni chtějí být úspěšní ve smyslu maximalizace zisku, dosažení spokojenosti zákazníků a vidiny budoucích dobrých vyhlídek. Vzhledem k tomu, že množství informací každý den narůstá a je nutné je efektivně zpracovat a nakládat s nimi, je vhodné použití *ERP* systémů, které se v nedávné době staly alfou a omegou úspěchu.

ERP a softwaru spjaté s touto technologií nabízí některé směry, jakým způsobem lze získat určitou výhodu a profitovat z tohoto řešení. Jedná se o [32]:

- automatizace rozhodovacích procesů – urychlení procesů, snížení pravděpodobnosti chyb, zvýšení ziskovosti;
- zefektivnění procesů – jedná se o centralizovaný SW, všechna oddělení mají možnost přístupu a prohlížení společných dat, což pomáhá optimalizaci výrobní koncepce, sledování zásob, zpřesnění požadavku na velikost dávky atd.;
- zlepšení komunikace a spolupráce napříč společností – sdílení dat uvnitř společnosti, ale i směrem k dodavatelům, distributorům a zákazníkům, systém je defaultně nastaven pro veškeré uživatele stejně;
- snížení nákladů – systém může, navzdory obrovské počáteční investici, postupem času snížit náklady pro výrobní společnosti, jelikož zvyšuje produktivitu zaměstnanců;
- zlepšení obchodního pochopení – rychlá a přehledná kontrola nad zásobami, plánování výroby, přehled o kapacitách výroby, koordinace skladových míst, udržování vhodné velikosti zásob, optimalizace včasných dodávek produktů a komponent od dodavatelů.

3 TEORETICKÁ ČÁST – PARNÍ TURBÍNA

Tato kapitola doplňuje teoretickou část práce o problematiku parních turbín z obecného i technického hlediska, jelikož parní turbíny jsou produktem zkoumané společnosti.

První podkapitola je věnována motivaci použití parní turbíny, načež následují podkapitoly zabývající se historií a principem fungování těchto produktů.

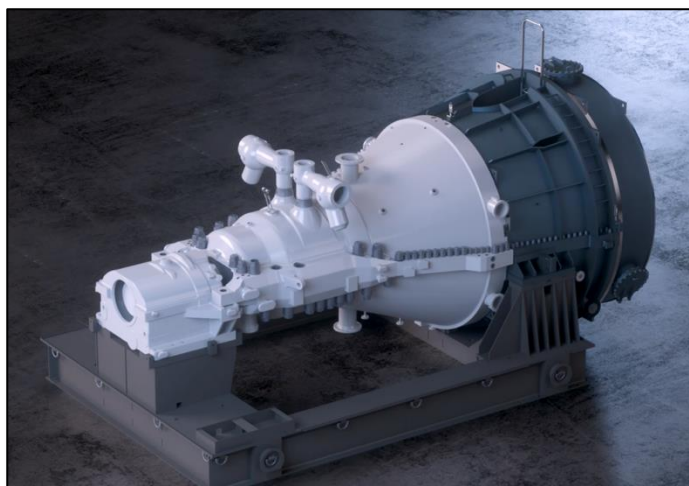
3.1 Parní turbína

Novodobé požadavky zákazníků na parní turbíny přinášejí konstruktérům nové technické úkoly, které musí řešit s ohledem na jejich užitnou hodnotu. Klíčovým bodem rozhodujícím o obchodním úspěchu je pochopení zákazníka (investora) v kontextu jeho podnikatelských aktivit. To je zřejmé na rozdíl mezi parními turbínami pro elektrárenské a průmyslové aplikace. Elektrárenské aplikace se zaměřují na výrobu elektrické energie ve velkém měřítku jako hlavní obchodní produkt vlastníka turbíny. Druhou aplikaci lze najít v případě, kdy je parní turbína součástí výrobních technologií jiného hlavního produktu, než je právě elektrická energie. Toto uplatnění je ekonomickým substitutem k nákupu elektrické energie z veřejné sítě nutné pro výrobu hlavního produktu prodejem elektrické energie produkované při této výrobě. Typickým příkladem substitutu je parní turbína pohánějící mohutné dmyhadlo vysoké pece, přičemž pohon zajišťuje právě získaná pára z kotle na odpadní teplo z metalurgických procesů. Obdobné použití lze najít i v cukrovarech, popř. papírnách.

Užitnou hodnotu pro investory zpravidla představuje ucelený okruh, kde lze najít účinnost parní turbíny, náklady na její pořízení, životnost a servisní náklady po dobu její životnosti. [33]

V posledních letech se upírá pozornost nejen na obnovu turbínových zařízení z hlediska dosažení maximální životnosti, ale také na tzv. *retrofit*¹⁵ s ohledem na další provozní období a zvýšení technické životnosti zařízení.

Na obrázku níže je zobrazen produkt společnosti, jenž je zkoumána v praktické části.



Obr. 12) Parní turbína na 3D modelu zkoumané společnosti [34].

¹⁵ *Retrofitting* znamená doplnit, vylepšit či moderněji vybavit určité zařízení. Implikací je lepší účinnost, vyšší výkon atd.

Hlavní směry vývoje parních turbínových zařízení elektrárenských i průmyslových jsou nyní:

- konstrukční koncepce turbosoustrojí s ekonomickou maximální termodynamickou účinností;
- dosažení optimálních provozních vlastností (viz výše);
- zvyšování parametrů vstupní páry s cílem zvětšení zpracovaného teplotního spádu pro získání většího podílu využití tepla k výrobě elektrické energie.

3.1.1 Historie parní turbíny

Průlomový okamžik ve studii parních turbín nastal v roce 1859, kdy skotský inženýr William John Macquorn Rankine vydal publikaci o fungování parního stroje a tepelných motorů. Rudolf Clausius a William Thomson se společně zaměřili na první ze tří termodynamických zákonů a objevili tzv. Rankinův cyklus, který popisuje fungování a princip parních turbín. Rankin-Clausiusův cyklus (dále jen *R-C* cyklus) teoreticky modeluje zařízení na principu páry, které jsou s různými modifikacemi primárně využívány k výrobě elektrické energie v tepelných elektrárnách. [35], [36]

3.2 Princip fungování parní turbíny

Parní turbína je bezpochyby nejpoužívanější tepelný rotační lopatkový stroj, který slouží k přeměně vnitřní energie páry na energii mechanickou. Díky tomuto jevu dochází k otáčení rotoru turbíny. K přeměně energie dochází při silovém působení páry na lopatky turbíny.

Obecně se turbína může skládat z více těles, přičemž každé těleso se skládá z více stupňů tvořených rozváděcími (statorovými) a oběžnými (rotorovými) lopatkovými koly. Nicméně společnost zkoumaná v této práci vyrábí turbíny s takovým designem jen minimálně.

V každém mezilopatkovém kanálu rozváděcího kola každého stupně pára postupně expanduje, její tepelná a tlaková (= vnitřní) energie se mění na energii kinetickou, která se následně na oběžném lopatkovém kole mění na mechanickou. Všechna oběžná kola jsou instalována na hřídeli a tvoří otáčející se rotor turbíny, upevnění rozváděcích kol tvoří její stator. Výkon parních turbín je regulován nejčastěji změnou parametrů a průtoku páry turbínou. [35]

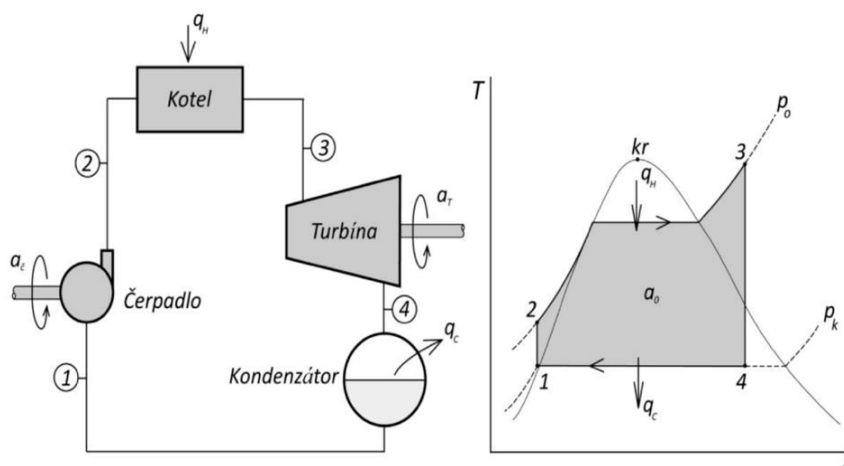
3.2.1 Rankin-Clausiusův cyklus

Jak již bylo naznačeno v předchozích podkapitolách, parní turbína je druh stroje, v němž se tepelná energie páry přeměňuje na mechanickou práci a funguje na principu *R-C* cyklu.

Dnes je Rankinův cyklus základním provozním oběhem všech tepelných elektráren, kde je provozní kapalina neustále odpařována a kondenzována. Jedná se o jeden z nejběžnějších a nejznámějších termodynamických cyklů, jelikož na většině míst po celém světě je turbína poháněna parou. Jedná se o uzavřený termodynamický systém, kde pracovní medium opakovaně proudí základními čtyřmi komponenty, přičemž lze konstatovat, že dodané teplo se přeměňuje na mechanickou práci. [36]

Ideální R - C cyklus se skládá z níže uvedených fází:

- 1-2 Izoentropické stlačení kapaliny v čerpadle;
- 2-3 Dodávání tepla v kotli za konstantního tlaku;
- 3-4 Izoentropická expanze v turbíně;
- 4-1 Odvádění tepla v kondenzátoru za konstantního tlaku;



Obr. 13) Schéma zařízení v R - C oběhu a jeho zobrazení v T - s diagramu [37].

Jak je patrné z obrázku výše, parní turbíny jsou zařazeny v tzv. energetickém bloku, který tvoří kotel-turbína-kondenzátor, čímž je tvořen technologický celek.

Je vhodné zmínit, že kromě ideálního (teoretického) Rankin-Clausiova oběhu existuje i skutečný R - C oběh. Pro účely předkládané práce je však toto stručné představení naprosto dostačující.

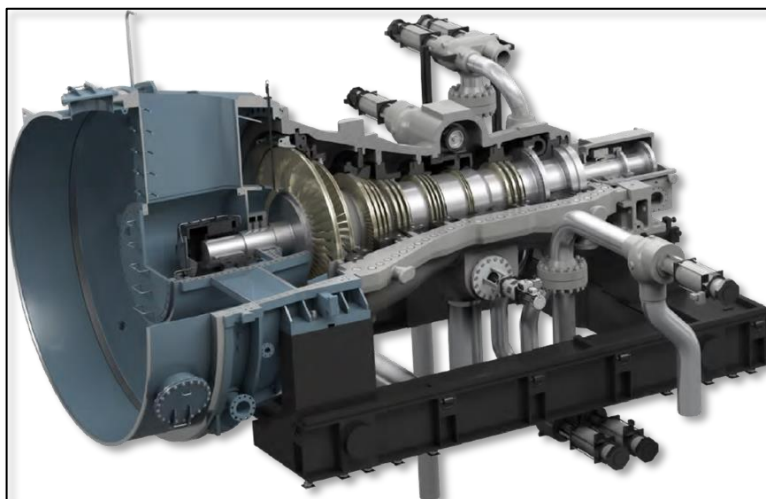
Ideální oběh zanedbává ztráty, které vznikají v jednotlivých částech zařízení. Je zřejmé, že tyto ztráty mají přímý vliv na pokles technické účinnosti skutečného oběhu, a proto je velmi důležité tyto ztráty při konstrukci zařízení zohlednit. Nižší účinnost skutečného RC cyklu způsobují zejména ztráty vnitřní a vnější. [37]

Mezi vnitřní ztráty lze zařadit:

- ztráty lopatkováním, které je možné rozdělit na:
 - změnu směru proudu páry;
 - ztráty třením v rozváděcích a oběžných lopatkách;
 - okrajové ztráty, které jsou nepřímo úměrné délce lopatky;
 - ztráty vlhkostí páry.
- ztráty třením rotoru;
- ztrátu vnitřními netěsnostmi;
- ztráty částečným ostřikem;
- ztráty ventilační.

Mezi vnější ztráty lze zařadit:

- ztráty vnějšími ucpávkami (průtok páry ucpávkami bývá 0,5 % až 2 % jmenovitého průtoku);
- ztráty mechanické (třením hřídele v ložiscích, příkon olejového čerpadla aj.);
- ztráty tepla do okolí.



Obr. 14) Řez turbínovou skříní a náhled na rotor [38].

Na dosažení požadovaných předpokladů turbíny se podílí celá řada různých pracovních profesí, které spolu úzce souvisí. Jedná se zejména o [37]:

- výpočtáře;
- konstruktéry a projektanty;
- veškeré profese na dílně (soustružníky, frézaře, lopatkáře, turbináře atd.);
- montážníky na dílně;
- montážníky na stavbě u zákazníka.

Požadavky na provozní vlastnosti tepelných turbín vyplývají a jsou určovány dle jejich zapojení do energetických soustav, technologických procesů a do vyšších hospodářských a společenských systémů. Jejich funkce je závislá na spolehlivé dodávce elektrické, tepelné nebo mechanické energie získávané v tepelných turbínách.

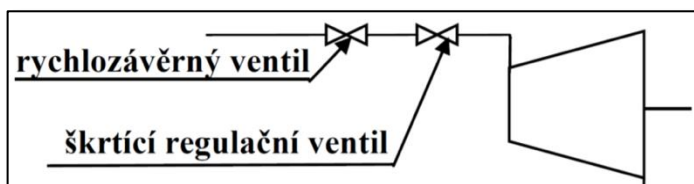
3.2.2 Regulační a rychlozavěrné ventily

Parní turbína je lopatkový rotační stroj, u něž se kinetická energie vznikající expanzí páry vhodným nasměrováním proudu páry v rozváděcích lopatkách předává prostřednictvím oběžných lopatek turbínovému rotoru v axiálním směru až k výstupnímu hrdlu.

Kinetická energie páry tak vyvozuje otáčivý pohyb rotoru a užitný kroutcí moment, který je přenášen na hnaný stroj. V ustáleném stavu jsou hnací momenty turbíny a zátěže vzájemně vyrovnány. Regulovanou soustavou je parní turbína společně s poháněným zařízením, což se obecně označuje jako parní turbosoustrojí.

Hlavním úkolem regulace je řídit průtok páry turbínou a zajišťovat tak potřebný výkon celého turbosoustrojí dle aktuálních požadavků sítě při paralelním zachování co nejvyšší hospodárnosti provozu parní turbíny.

Regulační ventil(y) je umístěn mezi rychlozávěrným ventilem (*RZV*) a samotnou turbínou. Funkce *RZV* je de facto binární, účel tohoto ventilu je buď naplno otevřeno nebo zavřeno. Pomocí rychlozávěrného ventilu nelze regulovat výkon. K regulaci slouží regulační ventily, které jsou až za *RZV*. Schématické uspořádání lze zhlédnout na obrázku níže. [39], [40]



Obr. 15) Schéma uspořádání *RZV* a *RV* [39].

Regulační ventily obecně slouží k regulaci průtoku pracovního média změnou průtočné plochy v kanálu ventilu, která je způsobena změnou zdvihu kuželky ventilu. Pro správnou funkci regulačních ventilů je nutné zvolení parametrů, které jsou dány konstrukcí tvaru kuželky, průtočného průřezu apod. *RV* lze třídit dle tabulky níže.

Tab 1) Dělení regulačních ventilů [40].

Druh	Počet dosedacích ploch	Geometrie kuželky	Přestavovací síly ventilu
Varianta 1	Jednosedlové	Tvarovaná kuželka	Neodlehčený ventil
Varianta 2	Dvousedlové	Talířová kuželka	Odlehčený ventil
Varianta 3		Kulová kuželka	
Varianta 4		Pístová kuželka	

Regulace škrcením

Škrcení páry na přírubě regulačního ventilu je základním způsobem regulace množství páry. Pára je přiváděna do turbíny jedním nebo více regulačními ventily současně. Škrcení páry se používá převážně u menších turbín, případně tam, kde se předpokládá, že turbína bude v provozu za stálého výkonu. Pro škrcení je užit jednosedlový nebo dvousedlový ventil. Tento typ regulace je považován za ztrátovou. Schematicky naznačeno na předcházejícím obrázku. [40]

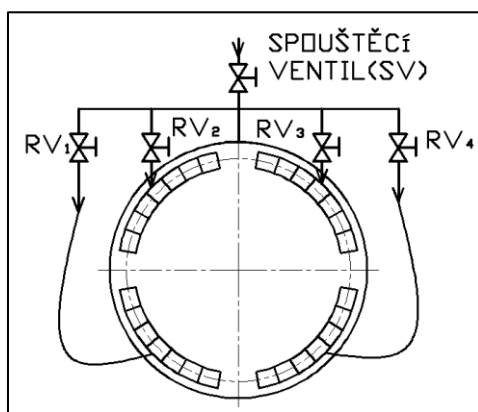
Skupinová regulace

Tento druh regulace je hospodárnější než regulace škrcením, protože škrcení probíhá pouze v jednom částečně otevřeném ventilu. Ostatní jsou plně otevřené a proudí jimi pára bez škrcení. Tato regulace má více regulačních ventilů, které se otevírají postupně. Pro dosažení co nejplynulejší regulace se používá přesazení otevírání jednotlivých ventilů.

Znázornění skupinové regulace lze pozorovat na obrázku níže, kde rychlozávěrný ventil je označen jako spouštěcí ventil. Hlavní výhodou skupinové regulace je skutečnost, že turbínu lze provozovat při částečných výkonech dlouhodobě s dobrou účinností provozu.

Existují tři typy skupinové regulace, přičemž poslední typ používá zkoumaná společnost [39], [40]:

- trámcová,
- vačková,
- skupinová s individuálními servomotory.



Obr. 16) Schematické znázornění skupinové regulace [40].

Přestavováním regulačních orgánů¹⁶ (ventilů) lze měnit průtok páry, což má za následek změnu výkonu. Regulační ventily mohou být zabudovány a nainstalovány do ventilové komory, která je součástí turbínové skříně (tzv. nízkotlaká regulace), nebo jsou ventily umístěny v samostatném tělese regulačních ventilů (tzv. vysokotlaká regulace). Níže lze vidět detail tělesa RZV a RV, přičemž je využita nízkotlaká regulace. [40]



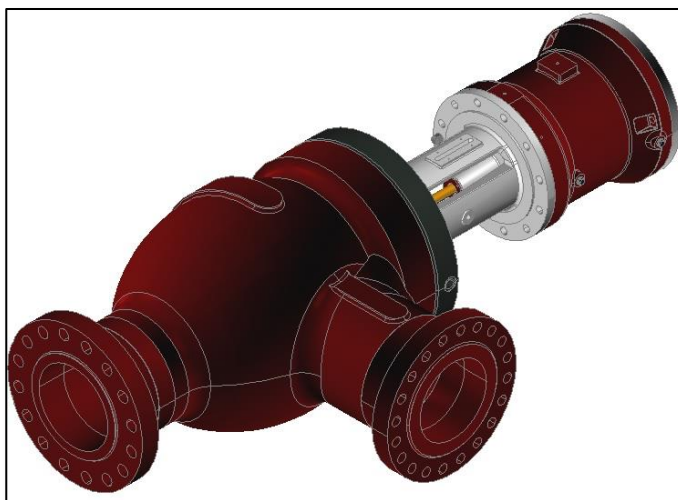
Obr. 17) Detail vstupu páry do tělesa ventilů [38].

¹⁶ Regulační orgány – nadřazený pojem pro regulační ventily, regulační klapky a regulační clony).

Například výrobce parních turbín, jenž je popisován v praktické části, používá ve svém tuzemském závodě pro výkonově největší turbíny SST 600 (viz podkapitola v praktické části) rozmístění ventilů pro řízení živé páry v závislosti na následujících podmínkách:

- tlak,
- teplota,
- hmotnostní průtok.

Na obrázku níže si lze povšimnout i mírné modifikace rychlozávěrného tělesa. Model RZV je zde doplněn, aby bylo zřejmé, že ne vždy musí těleso vypadat jako je zobrazeno na předchozím obrázku.



Obr. 18) RZV na konstrukčním modelu [40].

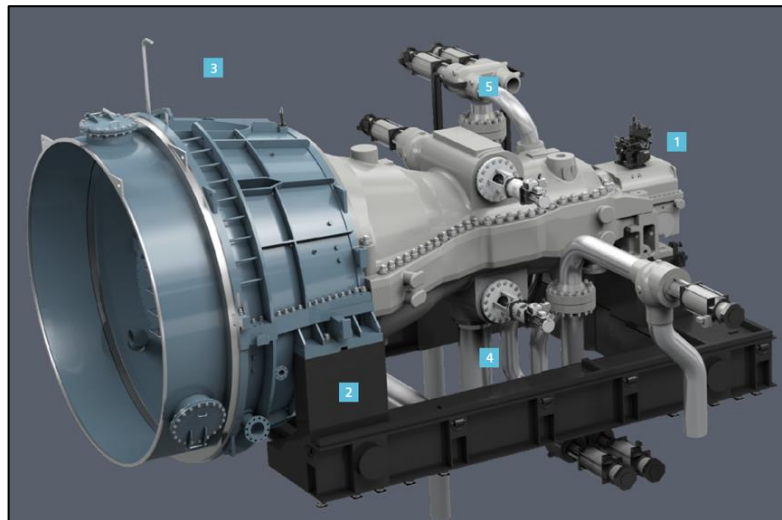
Rozmístění ventilů je realizováno standardně s jedním až čtyřmi regulačními ventily v kombinaci s jedním nebo dvěma rychlozávěrnými ventily. Taktéž se používají difuzory pro vysoké parametry, které díky speciálním materiálům dokážou odolat silovým napětím a umožňují tak krátké časy při spouštění turbíny (tzv. najíždění¹⁷).

Tato tělesa regulačních ventilů jsou následně konstrukčním svařováním napevno spojeny k odlitku turbínové skříně. Tělesy je následně pára vedena difuzory a propojovacím potrubím k jednotlivým dýzovým skupinám uvnitř turbínové skříně.

Jak již bylo zmíněno v úvodu této podkapitoly, kromě regulačních ventilů obsahuje parní turbína i jeden, popř. více rychlozávěrných ventilů. Tyto RZV jsou předřazeny před regulačními ventily na vstupu páry do turbíny. Jedná se o komponenty, na něž je kladen požadavek vysoké spolehlivosti a kvality provedení. Funkce těchto RZV je taková, že v případě systému ochrany spolehlivě a velmi rychle uzavřou všechny vstupy páry do turbíny. Rychlozávěrné ventily jsou hydraulicky nebo mechanicky spojeny s čidly, které monitorují parametry jako je axiální posuv rotoru, vibrace a teplota ložisek nebo tlak oleje.

¹⁷ Spouštění lze označit jako nestacionární proces, kdy se počáteční teploty, tlaky a otáčky uvádějí do jmenovitých hodnot a zatížení stoupá. Lze se setkat dvěma druhy najíždění, a to za studeného a teplého stavu.

Tělesa regulačních a rychlozávěrných ventilů byla v detailu zobrazena na předchozím obrázku. Na obrázku níže je celkový pohled na turbínu a umístění ventilů (*modře vyznačená 5*) včetně ostatních komponent.



Obr. 19) Celková dispozice turbíny typu SST 600 [38].

Parní turbína zobrazená na obrázku se skládá z několika hlavních částí:

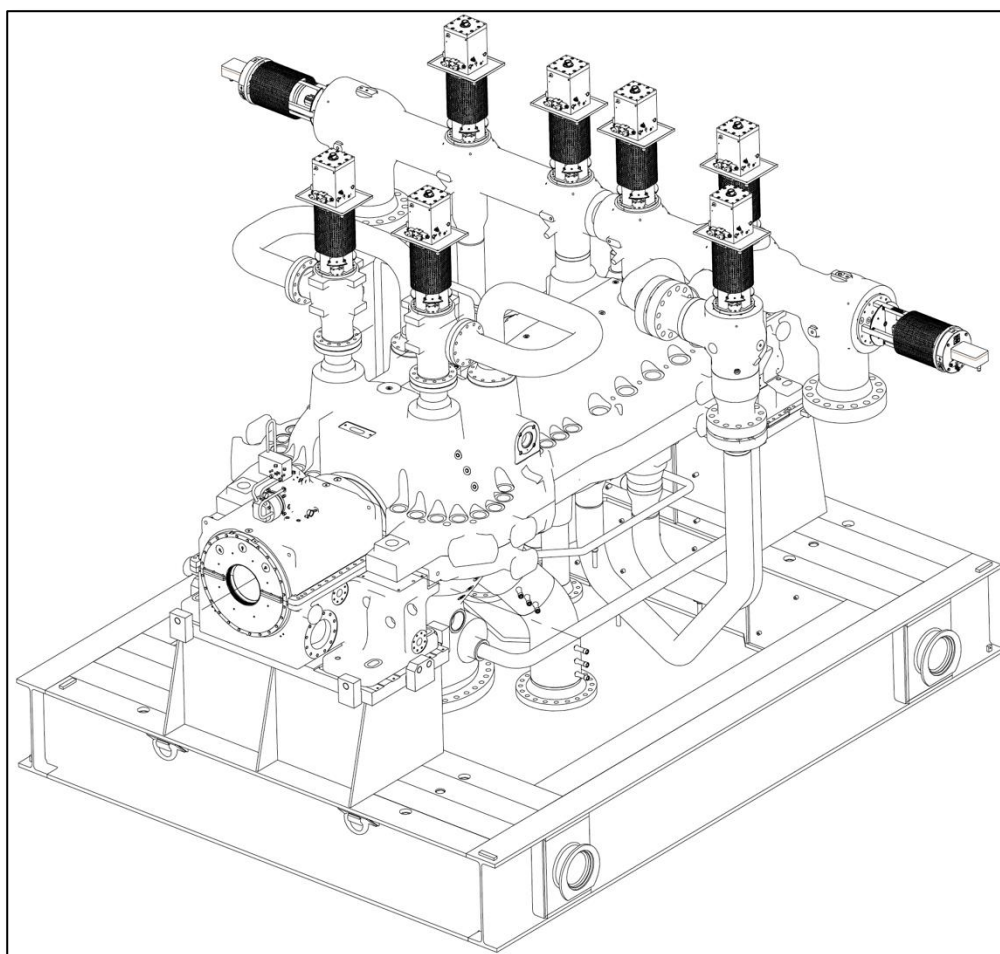
1. přední část turbíny – zde lze najít černě nabarvené hydraulické otáčecí zařízení¹⁸, které je připevněno k víku předního ložiskového stojanu. Zde jsou například umístěny prvky zabezpečení a měření otáček. Ty monitorují zejména teplotu, axiální posuv a vibrace. Hlavní funkční požadavky na ložiskové stojany jsou:
 - zachycení síly a momentů sil, působících z rotoru na jeho uložení v radiálních¹⁹ a axiálních²⁰ ložiskách;
 - zachycení síly a momentů sil, působících z uložení turbínové skříně na stojanech;
 - umožnění plynulého usměrnění tepelné dilatace statorové a rotorové soustavy;

¹⁸ Hydraulické otáčecí zařízení – někdy též označováno jako otáčecí zařízení rotoru slouží zejména při spouštění (najíždění) a vypínání turbíny. Je zde ozubené kolo poháněno hydraulikou, které rozpožhybuje pozvolně rotor. K bezproblémovému startu je potřeba mít zapnuté pomocné čerpadlo mazacího oleje, které zajistí správné mazání.

¹⁹ Přední ložiskový stojan zpravidla obsahuje jedno až dvě radiální ložiska, s tím, že radiální ložisko bývá kombinováno s dvousměrným axiálním ložiskem. Zadní ložiskový stojan zpravidla obsahuje dvě radiální ložiska a pevnou spojku. Hlavními funkcemi radiálního ložiska jsou: spolehlivé vytváření nosného olejového filmu, nízké hydrodynamické třecí ztráty, stabilita polohy rotorového čepu v ložiskové pánvi. Za požadavky na radiální ložiska lze jmenovat zejména dlouhou životnost, možnost přesné montáže a důležitost technologicky jednoduchého tvaru kluzné plochy pánve.

²⁰ Axiální ložiska plní u turbínových soustrojí dvě závažné funkce, a to: určují axiální polohu rotoru a zachycují v obou směrech výsledné axiální síly rotoru.

- zajištění rozvodu mazacího a chladicího oleje a zachycení odpadního oleje;
 - umožnění umístění, funkce a snadné montáže některých dalších celků, zejména regulačního a olejového systému.
2. Základový rám turbíny – na tomto rámu je po celou dobu provozu uložena mechanická část turbíny. Ostatní části, jako např. převodovka či olejové hospodářství, jsou připevněny na svém základovém rámu.
 3. Výstupní část turbíny – na obrázku lze vidět modrou část kruhového průřezu. V této konfiguraci je použito axiální svařované výstupní hrdlo, které je připevněno křížovým šroubovým spojem k turbínové skříni (de facto vše šedé). Výstupní hrdlo bývá rozměrově největší částí turbosoustrojí, jelikož pára při vstupu do turbíny postupně po „zdolání“ jednotlivých lopatkových řad ztrácí svůj tlak a teplotu, avšak objem roste.
 4. Odběry turbíny – zobrazovaná designová konstrukce turbíny nabízí různé možnosti odběrů (extrakcí) s různými úrovněmi tlaku.
 5. Vstup páry do turbíny – zde vstupuje pára do turbíny. Z této dispozice lze vidět regulační a rychlozávěrné orgány včetně vysokotlakých servomotorů.



Obr. 20) Detailnější dispoziční zobrazení turbíny včetně hydraulických servomotorů.

4 PŘEDSTAVENÍ ZKOUMANÉ SPOLEČNOSTI

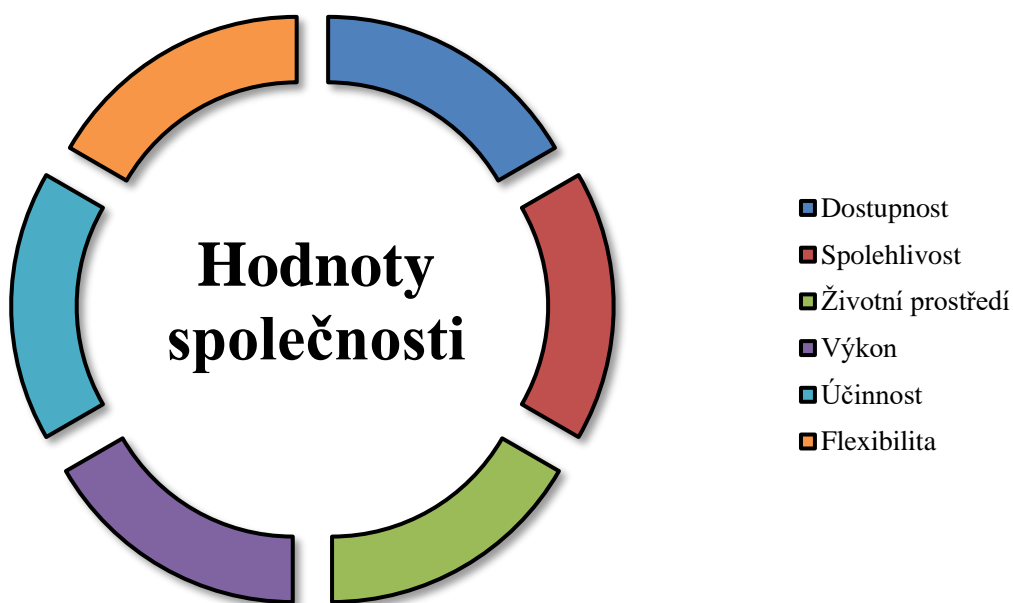
Jak již bylo zmíněno v úvodních kapitolách, předkládaná diplomová práce se zabývá problematikou výrobní koncepce pro plánování výrobního procesu ve společnosti XYZ, s.r.o.

Podnik má více než stoletou historii ve vývoji a výrobě parních turbín²¹ a přidružených službách. Zaměřuje se na přání a požadavky zákazníků a stává se úspěšnou nadnárodní firmou řešící složité energetické výzvy dnešního i budoucího světa.

Díky neustálému úsilí a odvaze zlepšovat produkt je nyní společnost předním výrobcem na trhu vedle svých konkurentů jako jsou *GE, Eliott, Toshiba, Mitsubishi, Man* a další.

Za svou historii firma vyrobila již více než 4 240 parních turbín, které byly dodány a následně instalovány po celém světě. Tyto parní turbíny jsou obecně používány jako generátorové či mechanické pohony pro kompresory a čerpadla.

Parní turbíny hrají významnou roli v mnoha závodech na kombinovanou výrobu elektrické energie a taktéž při kombinované výrobě tepla a elektřiny v průmyslových aplikacích. Parní turbíny lze najít také v oblasti obnovitelných zdrojů a v neposlední řadě jsou součástí elektráren.



Obr. 21) Hodnoty společnosti, vlastní zpracování [41].

Samotná konkurenceschopnost a konkurenční výhoda parních turbín vyráběných v této společnosti tkví především v řadě zkušeností s celou dodávkou turbosoustrojí včetně výroby, dodání, instalace a samotným spuštěním na stavbě. Tyto parní turbíny jsou především vhodné pro výrobu čisté energie a tepla.

²¹ Společnost XYZ, s.r.o. má v portfoliu i plynové turbíny. Nicméně takovéto turbíny jsou vyvíjeny a vyráběny v jiných pobočkách, a tudíž těmto plynovým turbínám není věnována pozornost.

Dle marketingových brožurek si společnost zakládá zejména na následujících aspektech:

Účinnost je klíčová. Díky svému špičkovému profilu účinnosti a minimálním výpadkům turbíny maximalizují množství vyrobené elektřiny a zároveň dále snižují emisní stopu elektrárny (popř. závodu, továrny) po celou dobu životnosti.

Turbíny pracují efektivněji díky vylepšené koncepci lopatkování a speciálního návrhu těsnění. Tento speciální design oběžných (rotorových) a statorových lopatek včetně jedinečného návrhu parních ucpávek přispívá k minimalizaci ztrát média (páry) po celé délce průtoku páry turbínou.

Dalším klíčovým aspektem je spolehlivost a nezávadnost turbosoustrojí. Dále je snaha maximalizovat operační provoz na požadovanou dobu, na kterou byla turbína navržena. Naopak je požadavek na minimalizaci jakýchkoliv poruch a případných prostojů tak, aby turbína mohla poskytovat požadované výstupy stanovené zákazníkem a majitelem turbosoustrojí.

Každá turbína je unikátní. Tento byznys není sériová ani hromadná výroba. Ke každé poptávce od potencionálního zákazníka se přistupuje individuálně. Parní turbína je vždy jedinečná již od termodynamického výpočtu až po konkrétní konstruktérský návrh.

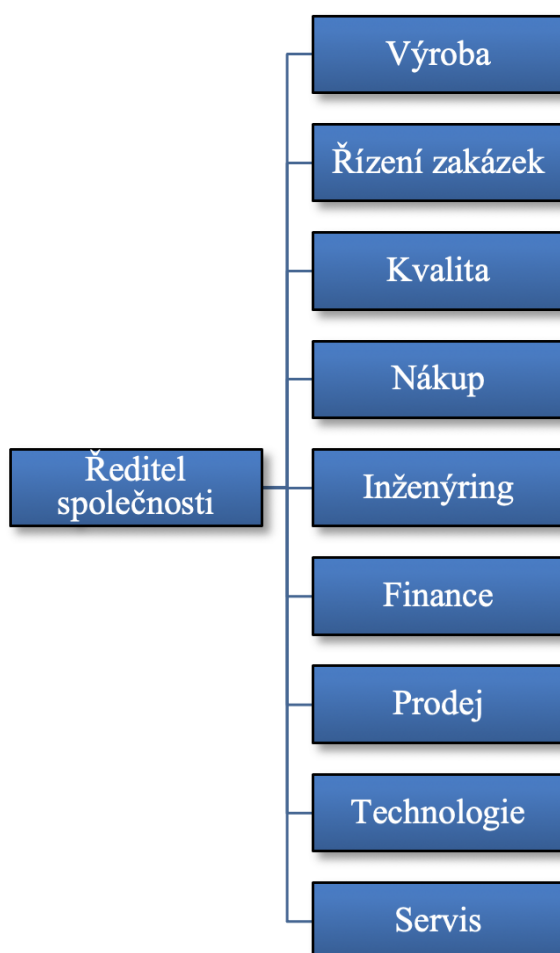


Obr. 22) Detail oběžného lopatkování rotoru [1].

4.1 Vize a strategické cíle společnosti

Jednou ze základních informací a charakteristik úspěšného podniku je způsob, jakým je nastaveno strategické řízení s vazbou na kompletní souhrn závazků, rozhodnutí a nutných aktivit tak, aby společnost dosáhla strategické konkurenceschopnosti a nadprůměrné návratnosti zisků.

Strategické cíle by měly být v souladu s metodikou *SMART* (specifické, měřitelné, dosažitelné, realistické a časově dosažitelné). Tyto strategické cíle jsou stanoveny na základě rozhodnutí celého managementu a organizační struktury společnosti. Tu lze pozorovat na diagramu níže. V čele společnosti stojí ředitel, který řídí jednotlivé ředitele útvarů a jejich oddělení.



Obr. 23) Organizační struktura společnosti.

Společnost XYZ, s.r.o. si uvědomuje, že do roku 2040 naroste spotřeba elektrické energie po celém světě takřka o 50 %, přestože 770 milionů lidí stále žije bez přístupu k této energii. Na základě toho se podnik prezentuje následujícími hodnotami:

Spokojenost zákazníka

Společnost naslouchá zákazníkům a přizpůsobuje řešení a procesy tak, aby byly splněny požadavky zákazníků. Jedná se o cíl snažení všech zaměstnanců společnosti. Hospodářský výsledek koreluje se spokojeností zákazníka.

Profesionalita na všech úrovních

Veškeré procesy, služby a produkty jsou vytvořeny a dodány na správné místo, ve správné kvalitě, ve správný čas a s vynaložení optimálních nákladů.

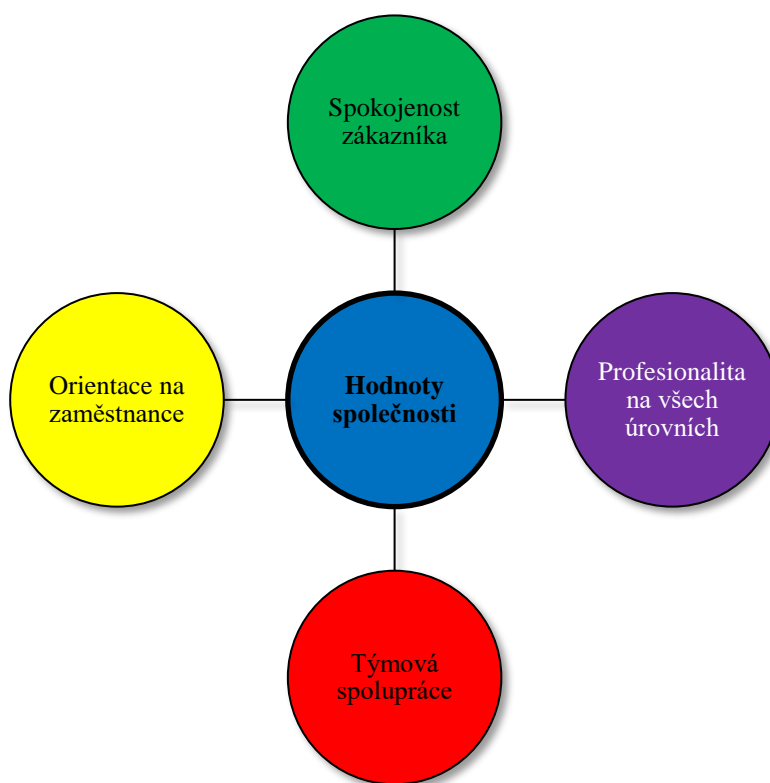
Týmová spolupráce

Firma XYZ, s.r.o. se stará o své kolegy a zaměstnance. Rovněž plní své sliby a snaží se získat důvěru svých komunit. Smysl pro naslouchání a spolupráci, který je využit k vytvoření lepších řešení, pomáhá učení od ostatních. Společnost si uvědomuje, že nápaditost a tvořivá spolupráce zaměstnanců je hnací síla pro další rozvoj.

Orientace na zaměstnance

Společnost si váží všech svých zaměstnanců a uvědomuje si, že společnost je taková, jací lidé v ní pracují. Dobré pracovní podmínky, perspektivista a správné ohodnocení je základ spokojenosti zaměstnanců. [42]

Grafické zobrazení na obrázku níže.



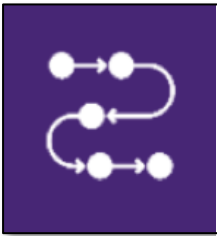




Obr. 24) Hodnoty společnosti XYZ, s.r.o., vlastní zpracování [41].

Ke svým hodnotám společnost přikládá i strategii včetně cílů, kterých chce do roku 2025 dosáhnout.²² Je důležité poznamenat, že hodnoty a vize společnosti jsou veřejně přístupné veškerým zaměstnancům a jsou integrovány do politiky kvality společnosti.

²² Další pozornost vizi, misi a strategickým cílům není v předkládané práci věnována. Tento úvod je dostatečný pro nastínění myšlenek zkoumané společnosti.

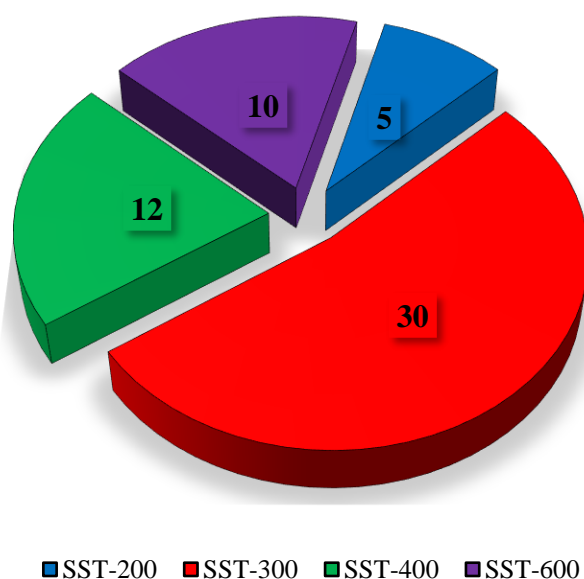
Tab 2) Strategie stanovená s cílem do roku 2025. [42]

Výkonnost	Provozní dokonalost	Řízení portfolia	Inovace	Zákazníci
Důsledný monitoring provozní výkonnosti	Jasná odpovědnost, štihlé filozofie, správní lidé na správném místě	Management aktivní správy portfolia podniku	Alokace výzkumu a vývoje na hmatatelné výnosy a dlouhodobější potenciály	Zaměření se na zákazníka, spoluvytváření projektů a řešení
				

4.2 Výrobní portfolio

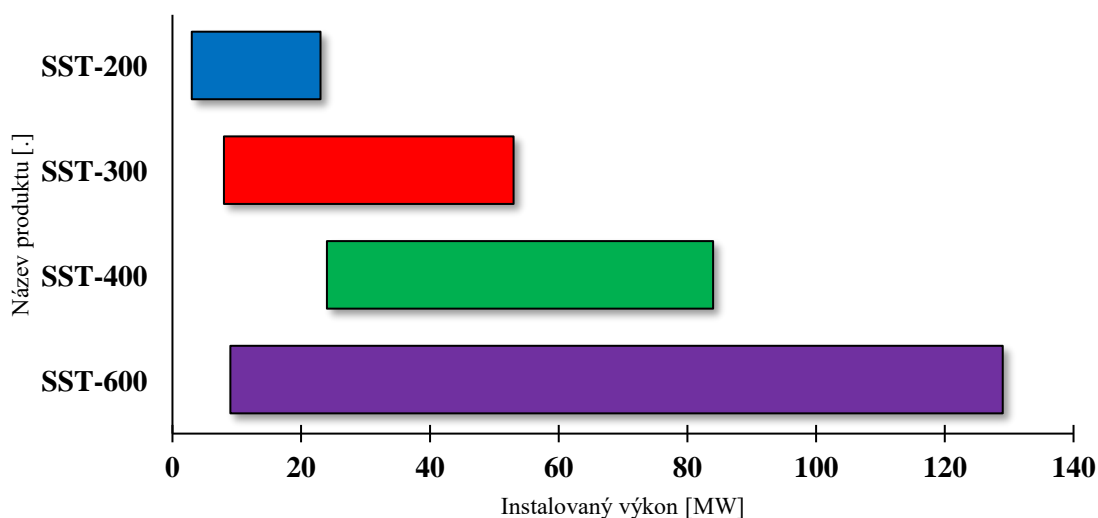
Parní turbíny mají dlouholetou historii, a proto je logické, že tento trend v poskytování řešení zákazníkům pomocí parních turbín bude nadále trvat.

V poslední době dochází k vylepšení těchto turbín a přechází se na tzv. turbíny „The Enhanced Platform“ (zkratka *EP*). *EP* turbíny mají jednodušší údržbu, poskytují lepší parametry páry, disponují nižší uhlíkovou stopou, a především zvýšenou účinností o cca 2 %. Rovněž je snížena potřebná doba pro instalaci turbíny.



Obr. 25) Podíl vyrobených parních turbín dle typu v období 2015-2020 [41].

V počtu zakázek jednotlivých parních turbín jsou nejvíce zastoupeny turbíny SST-300 a SST-400. Je to z toho důvodu, že typ SST-200 je v portfoliu vyráběných turbín poměrně nový. Naopak typ SST-600 je časově a finančně nejnáročnější, proto množství realizovaných projektů odpovídá menší části. Pro doplnění je uveden graf níže, ten ilustruje garantovaný maximální výkon stroje dle typu. Zde je zřejmá korelace, která dokládá, že nejsložitější a časově nejnáročnější je poslední typ, jelikož deklaruje největší instalovaný výkon oproti jiným turbínám v portfoliu společnosti XYZ, s.r.o.

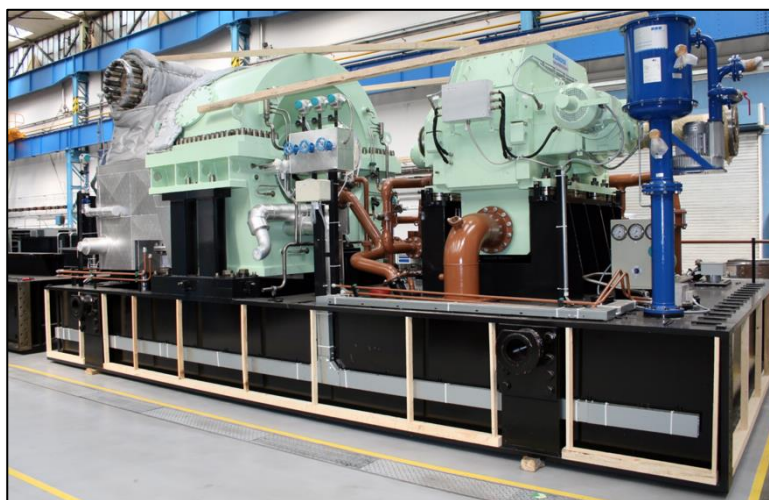


Obr. 26) Portfolio parních turbín včetně dodávaných výkonů [41].

V další části této práce bude z hlediska řízení výrobní koncepce věnována pozornost pouze turbíně typu SST-300 a zejména regulačním a rychlozávěrným orgánům. Jak již bylo zmíněno a znázorněno v předchozím koláčovém grafu, jedná se o jeden z nejčastěji zastoupených typů turbín vyráběných v tuzemské pobočce společnosti.

SST-300 kombinuje nejlepší technologii s více než 25 lety zkušeností. Tato turbína je unikátní svou konstrukcí a díky tomu je instalována a aplikována do všech možných energetických zařízení zákazníků napříč celým světem. Předešlé roky tak potvrdily, že tento typ turbíny je jedním z nejprodávanějších na trhu. Díky své flexibilní konfiguraci je možné nalézt použití a uplatnění pro různé použití.

Na obrázku níže si lze prohlédnout turbínu typu SST-300 připravenou pro balení a následnou expedici. Jednalo se o projekt do brněnské spalovny v roce 2011. Turbína má výkon 22,7 MW s integrovanou převodovkou a potrubím na společném rámu. Stroj je již zaizolován a zplechován proti případným tepelným únikům a kvůli tlumení hluku a vibrací. Kompletní výroba, montáž a instalace olejového hospodářství nebylo v rozsahu. Z tohoto důvodu nelze zpozorovat olejové chladiče, hlavní, pomocné ani nouzové čerpadlo, případně další komponenty. Modré zařízení vpředu vpravo je separátor aerosolů.



Obr. 27) Parní turbína SST-300 pro brněnskou teplárnu [43].

Z konstrukčního a termodynamického hlediska lze turbínu SST-300 rozdělit na kondenzační a protitlakou, kde obě kombinují a představují benefity:

- funkce provozní flexibility, např. denní starty a následné odstavení;
- je možné dosáhnout různých konfigurací ventilů pro optimální výkon v různých provozních režimech;
- symetrický design jak turbínové skříně a výstupního hrdla, tak i dýzové, popř. vnitřní skříně, pro rychlé najetí turbíny;
- vzdálený monitorovací systém pro prediktivní údržbu;
- pokročilé technologické funkce, např. kartáčové ucpávky²³, nejnovější typ jak oběžných²⁴, tak rozváděcích lopatek²⁵.

Veškeré komponenty a příslušenství lze namontovat na společných základový rám (viz předchozí obrázek, rám natřen černou barvou), což je dalším benefitem. Rychlá montáž a instalace samotného turbosoustrojí se provádí na stavbě.

Na závěr je možno uvést pár technických údajů o typu SST-300 [44]:

- teplota na vstupu do rychlozávěrného ventilu: do 540 °C;
- tlak až do 140 bar(a) na vstupu;
- na výstupním hrdle může dosáhnout tlak páry hodnot až 16 bar(a) pro protitlakou verzi a 0,5 bar(a) pro kondenzační;
- celkový výkon do 25 MW při dosažených otáčkách do 10 950 min⁻¹.

²³ Kartáčové ucpávky jsou speciálním typem těsnění používaným pro parní ucpávky, které dokážou zamezit úniku páry.

²⁴ Oběžné, také jinak rotorové lopatky. Ty jsou tzv. zalopatkované (=namontovány) na rotor.

²⁵ Taktéž označovány jako statorové lopatky. Takovéto lopatky jsou připevněny ke statoru turbíny (ta část která zůstává v klidu a nekoná tak žádný pohyb).

4.2.1 Olejové hospodářství parních turbín

Vzhledem k tomu, že samotná turbína se neskládá pouze z komponent, které lze pozorovat na předchozí fotografii, je vhodné se krátce zmínit i olejovém hospodářství. Správné zásobování olejem je stejně důležité jako dodržení výrobních tolerancí u jednotlivých komponent.

Pro vysvětlení a popis olejového hospodářství bude použit referenční projekt realizovaný v časovém období duben 2020 až březen 2021. Stále se jedná o turbínu SST-300, kde rozsahem společnosti XYZ, s.r.o. byl řídicí systém, generátor, kondenzátor, samotná parní turbína včetně převodovky, související olejové hospodářství a různé příslušenství včetně náhradních dílů. Dodávka turbíny byla realizována pro zákazníka, který se zabývá zpracováním *Methyl-Methakrylátu*.

Olejové hospodářství je systém distribuující olej pro celé turbosoustrojí (turbína, převodovka, generátor). Potrubí olejového hospodářství lze rozdělit na základní části – potrubí na rámu (tzv. *on-skid*) a potrubí mimo základový rám (tzv. *off-skid*). Potrubí na rámu je vyrobeno, namontováno a instalováno v průběhu výroby samotné parní turbíny.

Jelikož se jedná o potrubí na rámu, je nutné, aby tyto aktivity probíhaly paralelně²⁶. Zámečnické a potrubářské práce musí být vzájemně sladěny, protože na sebe vzájemně navazují.

Potrubí mimo rám se dodělává až na samotné stavbě.

Olejové hospodářství (tzv. *oil management*) se dále dělí dle druhu oleje:

- mazací olej,
- regulační olej,
- tlakový olej.

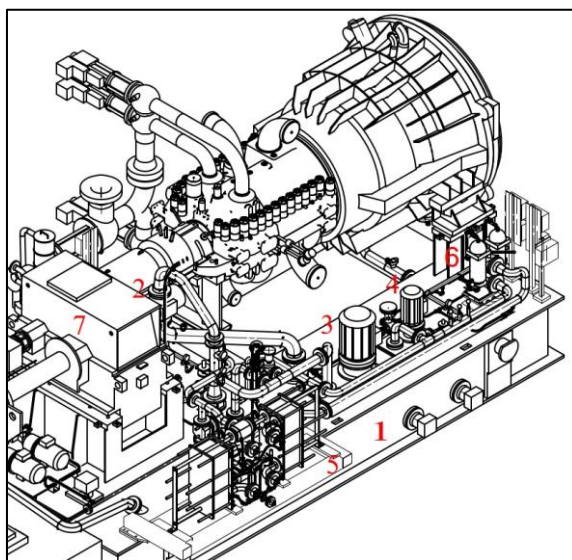
Mazací olej se používá k mazání pohyblivých součástí jako jsou ložiska²⁷ obsažené v samotné turbíně, tak i generátoru a převodovce, a dále pro mazání ozubení v převodovce.

Regulační a tlakový olej je zapotřebí k nadzvednutí a odlehčení rotoru při samotném rozběhu turbíny. Olej, vracící se do olejové nádrže od ložisek, je čerpán hlavním nebo pomocným čerpadlem do oběhu. Tlakový olej proudí přes chladič a filtr. Za filtrem je odbočka pro regulační olej a tlak oleje je nastaven pomocí redukčního ventilu. V tlakovém potrubí olejových čerpadel (hlavní, pomocné a nouzové) je umístěn pojistný a regulační ventil (tzv. *kalb*). Následně je v tlakovém potrubí hlavního olejového čerpadla zařazena zpětná klapka pro mazání hlavního olejového čerpadla během startu turbíny (najíždění).

Na obrázku níže lze vidět technické řešení, kde základový rám slouží jako zásobník oleje a zároveň i jako nosná část pro turbínu. Je zde veškerá elektroinstalace, měření (místní i dálkové), potrubí větve atd.

²⁶ V případě, kdy jsou turbína, převodovka a generátor uloženy jednotně na společném základovém rámu sloužícím taktéž jako olejová nádrž, je kladen mnohem větší důraz na kvalitu provedení a samotnou přesnost při výrobě. Je to zejména z důvodu dodržení souososti turbíny, převodovky a generátoru. Tyto celky jsou propojeny rychloběžnou a pomaloběžnou spojkou. Tak tomu je i na obrázku níže

²⁷ Olej taktéž slouží jako chladicí kapalina, která odvádí přebytečné teplo z ložisek.



Obr. 28) Izometrický pohled na sestavu turbosoustrojí [40].

Popis jednotlivých komponent, jež jsou označený červený číslicemi lze nalézt v tabulce níže.

Tab 3) Přehled komponent na olejovém rámu.²⁸

Číslo komponenty	Název komponenty
1	Základový rám
2	Hlavní olejové čerpadlo
3	Pomocné olejové čerpadlo
4	Nouzové olejové čerpadlo
5	Deskový chladič
6	Olejový filtr
7	Převodovka

Olejové hospodářství lze sáhodlouze popisovat a zobrazovat na patřičné návrhové a výrobní dokumentaci, nicméně tato problematika není součástí předkládané diplomové práce, a proto jí nebude věnována další pozornost.

²⁸ Při pohledu na sestavní výkres v izometrickém pohledu lze vidět i další komponenty jako je pojistný ventil, separátor olejových mlh, kovový rám podporující deskové chladiče a taktéž kompletní turbínu včetně parního a olejového potrubí – vše na rámu (on-skid).

Možné uplatnění parní turbíny typu SST-300

Tento typ je jeden z nejprodávanějších strojů zkoumané společnosti XYZ, s.r.o. Je to nejen kvůli unikátní konstrukci, ale především kvůli univerzálnímu použití, které si lze přehledně prohlédnout na níže uvedeném obrázku. I díky tomu firma obdržela v roce 2007 čestné uznání v ceně Inovace roku.



Obr. 29) Typické oblasti použití parní turbíny typu SST-300 [44].

4.3 Dodavatelsko-odběratelské vztahy a strategie společnosti XYZ, s.r.o.

Dílním cílem předkládané diplomové práce je kromě popisu podnikání a výrobního portfolia zkoumané společnosti i popis a obeznámení se s dodavateli.

Je zřejmé, že parní turbína se skládá z tisíců komponent. Od obyčejných šroubků a matic až po obrovské odlitky a výkovky, které váží vyšší jednotky tun a měří několik metrů. Proto je vhodné mít široké portfolio dodavatelů vstupních materiálů, technologických operací, které společnost sama nedokáže zajistit, dodavatelů kompletních dílců a sestav až po odborné konzultanty.

Výběr správného dodavatele v nákupním procesu je jedním z nejdůležitějších činností. Na základě tohoto výběru se odvíjí, jakým způsobem bude nastavena spolupráce a budou probíhat jednotlivé dodávky – např. špatná kvalita dodaného materiálu nebo špatné množství. Mimo to může dojít i ke zpoždění dodávek a postupného snižování tzv. *On-time-delivery (OTD)*.

Už v podkapitole 1.5. bylo zmíněno, že *OTD* je velmi důležitým faktorem, který vyhodnocuje včasnost dodávek komponent. Ze současného hlediska se může zdát právě čas a dodací doba jako klíčová konkurenční výhoda. Může-li si koncový zákazník vybrat mezi výrobky (službami), které představují stejnou kvalitu a cenu, pak padne obvykle rozhodnutí pro výrobek (službu), jenž je dodán rychleji. Proto je důležité mít rychlost dodávky na paměti a zapojit již do časového rámce i samotného dodavatele. Cílem je poskytovat hodnotu pro zákazníka, zkrátit tedy průběžnou dobu, která vznikne mezi dobou, která uběhne od projevení spotřebitelovy potřeby a dobou, kdy má být uspokojena. Tak tomu může být právě při nákupu výše zmíněných šroubků či velkých výkovků a odlitků, jež jsou na kritické cestě projektu a ovlivňují celý časový rámec a samotné dokončení projektu. Problematika času je tak nezanedbatelná. Společnost XYZ, s.r.o. se kromě výše uvedených

principů štíhlé výroby (5S, JIT apod.) snaží přímo využívat i dodavatelsko-odběratelské vztahy při plánování výroby a zajištění zdrojů pro svou výrobu. Uvědomuje si totiž, že snižování času představuje konkurenční výhodu, kterou nelze získat strategií redukci nákladů, přičemž úspora času představuje zlepšování kvality celého podnikového procesu.

Strategie zmenšení spotřeby času vede ke zvýšení prodeje a zisku, čímž se čas mění na peníze. V praxi ve společnosti XYZ, s.r.o. to znamená, že si podnik zakládá na robustním ERP systému SAP. Na základě generování potřeby zákazníka si lze ihned v systému ověřit, jaké interní (výrobní, logistické), ale i externí operace budou potřeba, aby se uspokojila zákaznická potřeba. Je ihned vidět skladová zásoba vstupního materiálu, který dodavatel zkoumané firmě dodává, jaká je cena a průběžná cena. Také je patrné, jaké jsou nutné výrobní operace pro dokončení jednotlivých komponent včetně finančního vyhodnocení. Více bude demonstrováno v další kapitole.

Schvalovací proces dodavatele

Schvalovací proces výrobku a schopnost dodavatele plnit své smluvní závazky je velmi podstatný faktor pro výběr schopného dodavatele. Cílem zkoumané společnosti je o udržování trvalé výkonnosti dodavatelů. Dle interních zjištění se dospělo k závěru, že techniky, jak ověřit schopnost dodavatele plnit své závazky patří často doporučení, kvalita zpracování nabídky a různé předchozí zkušenosti. Nicméně nejpodstatnější je zákaznický audit. Nicméně, že zkoumaná společnost je nadnárodní společnost řízená vedením z Německa, disponuje mnoho forem a způsobů kvalifikace dodavatelů.

Samotný předvýběr dodavatelů začíná kvalifikací pro případnou budoucí spolupráci, kdy se vytipují dodavatelé, kteří mají potenciál dodávat požadované dílce s určitým benefitem. Následně se výběr na základě stanovených kritérií zúží. Jedná se zejména o:

- první 3 dodávky musí být ve shodě s kvalitou – výkresová dokumentace a protokoly kvality musí odpovídat nastaveným interním potřebám, taktéž musí být dílce správně označeny, zabaleny a připraveny k odeslání;
- posouzení nastavení procesního řízení včetně řešení neshod a řízení změn;
- kapacita dodavatele, logistické možnosti;
- nabízená cena včetně dodacích podmínek.

Dodavatelé, kteří prošli kvalifikačním kolem, jsou již schopni navázat požadovanou spolupráci. Nicméně se ještě ověří způsobilost pro budoucí spolupráci v rámci zákaznického auditu prováděný pracovníky dodavatelské kvality. Kromě zákaznického auditu lze použít i jiné metody hodnocení dodavatelů. Prakticky však neexistují ideální nástroje, jelikož záleží vždy na konkrétním podniku, jakou metodu použije dle svých specifických podmínek.

Jedním z efektivních nástrojů hodnocení dodavatelů jsou tzv. *scoring-modely*. Jedná se o nástroje kvantitativního vyhodnocení dle předem stanovených kritérií. Metoda spočítá v bodovém ohodnocení hlavních ukazatelů, kterými je hodnocena výkonnost dodavatelů.

4.3.1 Dodavatelé společnosti XYZ, s.r.o.

V této kapitole budou uvedeni nejdůležitější dodavatelé společnosti, na základě toho, jaké suroviny, komponenty společnosti XYZ, s.r.o. dodávají. Pro omezení budou uvedeni jen dodavatelé, kteří jsou důležití pro výrobu parní turbíny v prostorech společnosti, nikoliv dodavatelé generátoru, příslušenství, armatur, potrubí na stavbě atd.

V tabulce níže jsou znázorněni dodavatelé komponent pro olejové hospodářství. Tyto komponenty jsou obsahem každé parní turbíny. Z tabulky lze vyčíst, že komponenty jsou poměrně typizovány a nakupují se vždy u stejných dodavatelů. Dodavatelé se nachází především v Německu.

Tab 4) Dodavatelé komponent pro olejové hospodářství.

Komponenta	Dodavatel
Motory	Winkelmann (DE), Siemens (ČR)
Filtr mazacího oleje	Hydac (ČR)
Olejové chladiče	Funke (DE)
Čerpadla	Allweiler (DE)

V druhé tabulce lze vidět rozdělení dle komponenty a přiřazení dodavatelů podle toho, zda se jedná o odlitek, svarek či výkovek. Zde je již vidět, že se zkoumaná společnost snaží využívat lokální dodavatele. Co se týče rotorů, bohužel nejsou v České republice vhodné kovárny, které by byly schopny vykovat výkovky rotorů cca od 10 tun.

Tab 5) Přehled dodavatelů dle komponent a druhu materiálu.

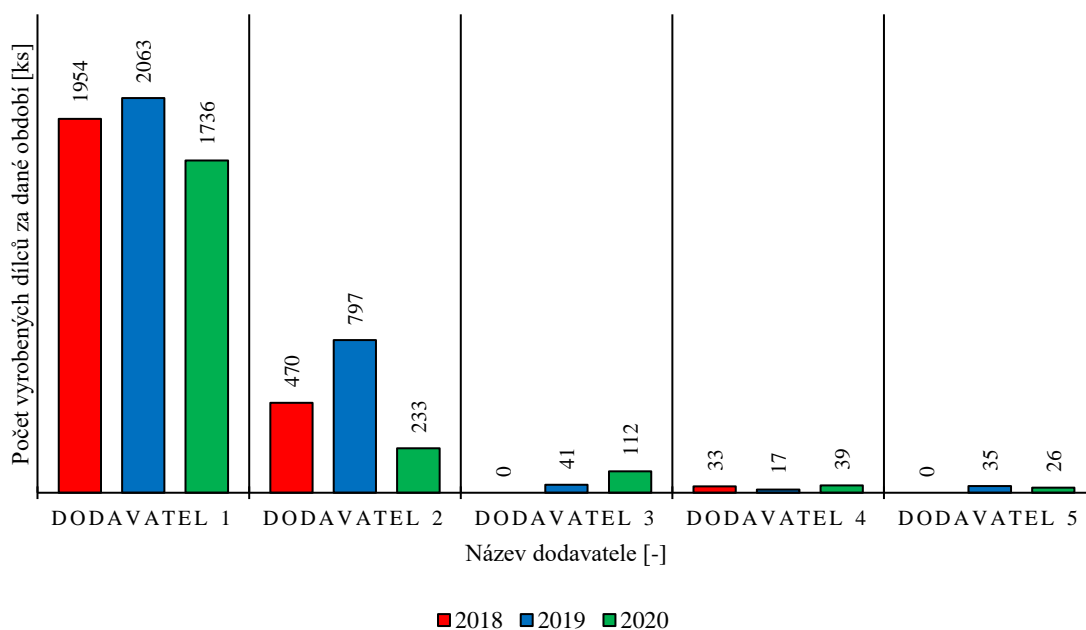
Komponenta	Odlitek	Svarek	Výkovek
Ložiskové stojany	Královopolská slévárna, Vítkovické slévárny (vše ČR)		
Turbínová skříň	ŽDAS (ČR), Inossman (IT)		
Výstupní hrdlo	ZPS – slévárna (ČR)	Energo IPT, Slováké Strojírny (vše ČR)	
Dýzová skříň	ŽDAS (ČR)		
Nosiče lopatek	Vítkovické slévárny, Ernst Leopold, ŽDAS (vše ČR)		ŽDAS (vše ČR)
Rotor			Celsa Huta (PL), ŽDAS (ČR), Schmiedewerke Gröditz (DE)
Základový rám		Strojírny Olšovec, Energo IPT (vše ČR)	

Kromě nákupu vstupních polotovarů, které se následně v rámci firmy ještě dále obrábějí, či přímo instalují (komponenty pro olejové hospodářství), je zřejmé, že společnost nakupuje i různé drobné dílce, které jsou součástí regulačních a rychlozávěrných orgánů. Nákup těchto drobných dílců je ve formě hotových výrobků, které není třeba dále obrábět a pouze se zkontrolují vstupní kvalitou, řádně se provede označení dílců a následně jsou již výrobky připraveny pro uložení do skladu. Zde lze na odpovídajících skladových místech nalézt dílce připraveny pro montáž.

Rozhodnutí pro nákup těchto dílců bylo učiněno na základě následujících faktorů:

- finanční hledisko;
- snížení naplněnosti výrobních kapacit;
- kvalita provedení;
- nižší nárok na vnitro podnikové logistické toky;
- nemožnosti výroby dílce interně kvůli nedisponování požadované technologie (např. pískování, kalící pece, nitridace, chromování, osové vývrty, speciální broušení).

Bližší analýza je prezentována v následujících kapitolách. Na níže uvedeném obrázku je vybráno 5 dodavatelů, kteří pro společnost XYZ, s.r.o. dodávají různé komponenty. Aby nebyla společnost závislá pouze na prvním dodavateli, rozhodla se pro oslovení dalších, kteří prošli kvalifikací a přináší společnosti benefity. Pro zajímavost lze uvést, že rok 2019 byl rekordní. Jednalo se o období, kdy bylo rekordní množství práce a interní kapacity byly naprosto vytíženy. Na základě toho se co nejvíce komponent přesunulo dle strategie **make-or-buy** právě z *make* do *buy*, kdy dílce již nebyly vyráběny interně, ale přímo u dodavatele, který dodal kompletně zhotovený výrobek.



Obr. 30) Počet externě nakoupených dílců dle dodavatelů v období 2018-2020.

5 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Pro analýzu současného stavu společnosti XYZ, s.r.o., bude použit referenční projekt zmíněný v podkapitole 4.2.1. Jedná se o projekt turbíny typu SST-300. Inicie projektové fáze nastala v březnu 2020 a v dubnu 2021 byla turbína expedována zákazníkovi. Samotný detailní návrh, nakoupení polotovarů, výroba a montáž turbíny tedy trvala téměř 13 měsíců. Po expedici turbíny následovala instalace na stavbě zákazníka včetně dodávky ostatních klíčových komponent. Instalace turbosoustrojí na stavbě zákazníka není zahrnuta v rámci této diplomové práce.

5.1 Projektově orientovaná výroba – životní cykly projektu

Tato kapitola poskytuje úvod do problematiky, jakým způsobem funguje strojírenská firma v projektově orientované výrobě s ohledem na jednotlivé projekty v rámci řízení portfolia projektů²⁹.

Parní turbíny se vyrábí na zakázku, tzv. projektově, od čehož je odvozena projektově orientovaná výroba. Životními cykly projektu jsou předprojektová, projektová a poprojektová fáze.

Předprojektová fáze parní turbíny společnosti XYZ, s.r.o., se ve firmě označuje jako návrhová část. Tato část je rozdělena na dvě podskupiny:

- Nabídková fáze návrhu – je zpracování technické části nabídkových podkladů, kde jsou řešeny technické záležitosti se zákazníkem. Vychází se zde z předdefinovaných standardů. Tato fáze může obsahovat pouze informativní nabídku (tzv. *budgetary offer*) obsahující základní údaje a dokumentaci popisující koncepci turbosoustrojí. V rámci informativní nabídky se běžně uvažuje základní technické řešení, popis zařízení, rozsah dodávky, program kontrol a zkoušek, tepelné schéma, dispoziční výkresy a další. Následuje pevná nabídka (tzv. *firm proposal*). Ta již obsahuje detailnější rozsah dodávky v rámci projektu tak, aby mohla být zpracována studie proveditelnosti (tzv. *feasibility study*)³⁰ a logický rámec³¹. Součástí pevné nabídky je upřesnění základního termodynamického návrhu parní turbíny, provedení pevnostní kontroly lopatek a ověření kritických otáček.
- Fáze předání projektu – před podpisem finálního kontraktu se zákazníkem dochází ke svolání tzv. Předprogramové porady, kde dochází k závaznému informování zainteresovaných stran o detailech předpokládaného technického řešení. Z hlediska managementu kvality a normy ISO 9001 lze nazvat tuto poradu jako nástrojem pro verifikaci návrhu.

Na předprojektovou fázi plynule navazuje projektová fáze, jinými slovy také označována jako fáze řízení projektu. Tato fáze je započata validací veškerých dokumentů

²⁹ Portfolio projektů je chápáno jako soubor projektů, které nejsou mezi sebou vzájemně propojeny, avšak využívají stejné zdroje podniku.

³⁰ Studie proveditelnosti – jedná se o dokument jehož hlavním cílem je prozkoumat různé varianty vedoucí k vytyčenému cíli.

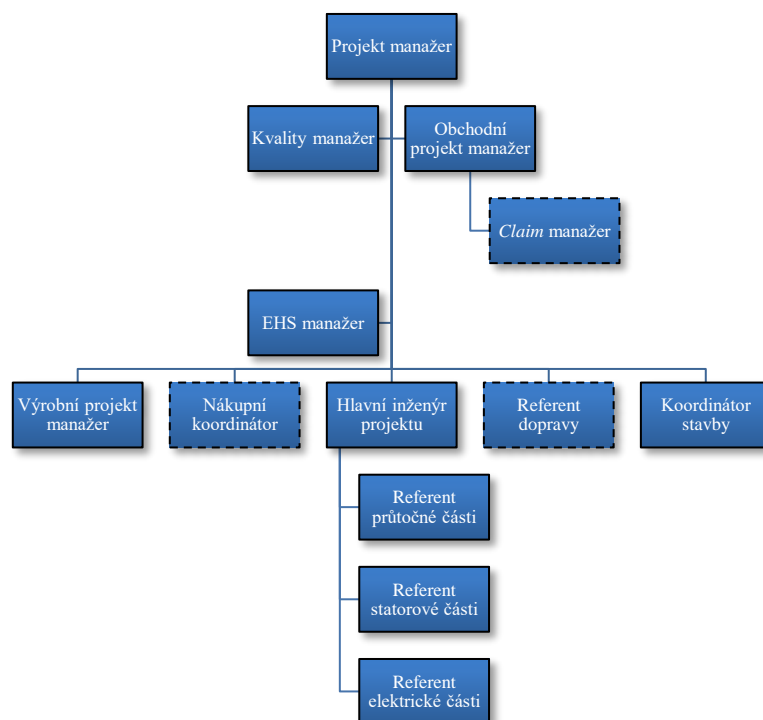
³¹ Logický rámec – způsob formulace klíčových parametrů projektu, jako jsou přínosy, cíl, výstupy, objektivně ověřitelné ukazatele a předpoklady. Postup je vhodné aplikovat před zahájením projektu, v předprojektové fázi.

předaných od kolegů z prodeje a obchodu do konstrukce dochází ke svolání tzv. hand-overu meetingu (kick-off meetingu). Zde začíná projektová fáze pro standardní projektový tým.

- Poprojektová fáze – jedná se o závěrečnou fázi projektu, při níž dochází k ukončení montážních prací a uvedení turbosoustrojí do provozu a předání zákazníkovi. Tím projekt končí. V rámci společnosti může docházet k různým předpokladům ohledně ukončení projektu. Způsoby ukončení projektu mohou být různé pro jednotlivé členy projektového týmu. Je to dáno rozsáhlostí daných projektů. Standardní doba řešení takových projektů je okolo 2 let. Například pro výrobního projekt manažera – tzv. manažera zakázky končí projekt tehdy, když turbína opustí prostory firmy, jelikož je odpovědný pouze za turbínu. Pro projekt manažera končí projekt až koncem záruční lhůty. Poté je vhodné ohlédnout se zpět a nezávisle posoudit projekt, nejen z hlediska rizik a příležitostí, ale např. i komunikace uvnitř týmu a směrem k zákazníkovi.

5.1.1 Fáze řízení projektu – projektová fáze

Předprojektová a poprojektová fáze není pro tuto práci relevantní, a proto bude pozornost věnována především fázi projektové. Projektová fáze je nejkomplexnější částí samotného projektu. Její součástí je zahájení, plánování, realizace a ukončení. V rámci zahájení je nominován projektový tým a vzniká zakládací (identifikační) listina projektu. Typické složení projektového týmu ve společnosti lze vidět na níže.



Obr. 31) Projektový tým projektu.³²

³² EHS manažer je osoba, která je pověřena problematikou *Environmental Health and Safety*, což znamená že je zodpovědný za řízení BOZP, ŽP a PO. *Claim* manažer se zabývá obvykle pohledávkami a požadavky společnosti a zákazníků.

Celý projektový tým je veden projektovým manažerem, který je za projekt zodpovědný vůči sponzorovi projektu (management společnosti) a zákazníkovi. Ostatní členové projektového týmu jsou do projektu voleni tak, aby jejich vlastnosti a schopnosti nejvíce odpovídaly požadavkům samotného projektu. Jestliže se nejedná o komplexnější projekt, jsou některé pozice vypuštěny (znázorněno přerušovanou čarou).

Vše se odvíjí od zahájení, kdy je již rozhodnuto, že se projekt spustí. V rámci spuštění projektu dochází ke svolání předávací porady (tzv. *Hand-over meeting*). Jsou již stanoveny veškeré nutné cíle, známy přesné termíny a prodejní cena. V návaznosti na tyto fakty se přechází do další fáze, kterou je příprava – plánování.

V rámci plánování je upřesněn rozsah projektu, jenž se rozdělí na jednotlivé Work Breakdown Structure (WBS) elementy, které jsou základním stavebním kamenem pro zpracování harmonogramu a rozpočtu. Znamená to tedy například, že cílem projektu je dodat 15. května na stavbu ve Velké Británii turbosoustrojí o výkonu 20 MW včetně příslušných dodávek a generátoru.

Hierarchická struktura prací (WBS) je rozklad projektu na jednotlivé dodané výsledky a postupné další dělení na jednotlivé produkty až na úroveň pracovních balíků. Tyto pracovní balíky definují 100 % celkového věcného rozsahu projektu.

Po stanovení rozsahu projektu následuje zpracování časového plánu, který navazuje právě na WBS. Výsledkem je zpravidla úsečkový – *Ganttův graf*. Tento *Ganttův graf* je využíván ve zkoumané společnosti, jelikož umožňuje zobrazení časové osy včetně různých vazeb na jednotlivé činnosti a zobrazení milníků projektu. Milníky lze rozumět definované významné události projektu, kterými jsou bod kontroly či bod přijetí, jež mají v harmonogramu nulovou délku trvání. Typické milníky na tomto projektu byly termíny dokončení:

- konstrukčních podkladů pro nákup vstupních materiálů – odlitky, výkovky a svarky;
- detailní kusovníky včetně kompletní výkresové dokumentace pro výrobu;
- zpracování technologických podkladů;
- výroby;
- montáže na dílně;
- zabalení a připravenost k odeslání;
- doručení dílců na stavbu.

Jednotlivé pracovníky, balíky, milníky a pracovní činnosti jsou zřejmé z *Ganttova grafu*³³, který je kvůli své rozsáhlosti a rozdílné jazykové mutaci zařazen do příloh, **viz příloha 1**. Jedná se o skutečný časový plán, který byl použit pro tento projekt. Na základě daného časového plánování bylo dosaženo bezproblémového dokončení projektu.

³³ Nevýhodou *Ganttových* grafů je fakt, že reprezentují pouze jeden ze tří hlavních omezení projektu, jelikož se zaměřují primárně pouze na čas. Náklady lze sledovat pouze nadstavbou pomocí histogramu zdrojů. Kvalita se sleduje mimo *Gantt* (např. pomocí registru kvality).

Vzhledem k tomu, že návrh, výroba a montáž parní turbíny je velmi komplexní a složitý projekt, jsou zobrazeny pouze nejdůležitější komponenty ovlivňující úspěšnost projektu a jsou zároveň na kritické cestě projektu (*na tomto konkrétním Ganttův není kritická cesta zobrazena*). Pro sledování a vyhodnocování projektu je využito procentuální vyjádření, které sleduje dokončenost. Dále je doplněn směrný plán³⁴, který určuje, zda se projekt a dílčí aktivity odchylují od původních termínů.

Ganttův diagram, zobrazen v **příloze 1**, doplňuje dílčí digram v **příloze 2**, jenž zobrazuje, jakým způsobem probíhá ve zkoumané firmě plánování konkrétní části parní turbíny – zde regulační orgány. Na obrázku lze pozorovat jednotlivé termíny dílčích činností včetně různých milníků³⁵ – vydání seznamu dílců pro objednání, vydání detailního kusovníku včetně všech výkresů, přiřazení vstupních materiálů ke komponentám ve vydaném konstrukčním kusovníku a rozřazení komponent, zda se budou nakupovat či interně vyrábět. Posledním milníkem v rámci regulačních orgánů je vydání samotných technologických podkladů a vytvoření CNC programů. Pak již může začít samotná interní výroba. Veškeré aktivity mají standardně nastaveno, že je dokončeno 0 %. To je z důvodu, aby byla vidět kritická cesta projektu (červeně zvýrazněné pruhy). Kritická cesta je cesta s nejdelším trváním. Jakékoliv zpoždění činnosti ležící právě na kritické cestě znamená zpoždění celého projektu. Činnosti, jež neleží na kritické cestě, obsahují časovou rezervu³⁶.

Seznam dílců, které se zpravidla objednávají velmi brzo lze nalézt v tabulce níže. Jedná se o materiál na strategické dílce, popř. technologicky složité komponenty, jež není společnost není schopna zajistit svými zdroji.

Tab 6) Nakoupené dílce s dlouhou dodací dobou pro montáž regulačních orgánů.

Komponenta	Popis
Pouzdro	Jedná se o speciální dílce, které jsou ze slitiny na bázi kobaltu, jenž je velmi odolný proti opotřebení. Obě komponenty jsou nakoupeny u stejného dodavatele v Německu.
Váleček	

V předchozí tabulce si lze povšimnout, že zkoumaná společnost na výrobu komponent, které jsou použity pro montáž regulačních orgánů parní turbíny, neobjednává žádné odlitky, výkovky ani svarky. Vše dělá z dostupných kulatin o různých průměrech a rozdílných tříd materiálů.

³⁴ Směrný plán lze taktéž chápat jako schválený plán pro jeden z bodů trojimperativu (rozsah, čas, náklady).

³⁵ Milníky označeny černými kosočtverci.

³⁶ Časová rezerva není na diagramu přímo zobrazena, ale lze ji registrovat např. mezi činnostmi „Nákup – části servomotorů“ a „Výroba dílců“. Dílce z nákupu budou připraveny již 18.09., ale výroba započne až 19.10.

Tab 7) Komponenty nutné pro výrobu servomotoru.

Komponenta	Popis
Výkovek siloválce	Vstupní materiál na hydraulický válec servomotoru
Proporcionální cestný ventil	Ovládá pohyb celého servomotoru, přičemž reguluje hladinu a velikost průtočného oleje
Snímač polohy	Snímá aktuální polohu pístu

Obrázek již opracovaného výkovku siloválce lze pozorovat na obrázku níže. Jedná se o obrobený dílec, který se následně odmastí od procesní kapalin, očistí a zapraví od třísek po třískovém obrábění. Po těchto úkonech proběhne mezioperační kontrola kvality, která proměří za pomoci ručních měřidel kompletní kus na základě přiložené výkresové dokumentace.

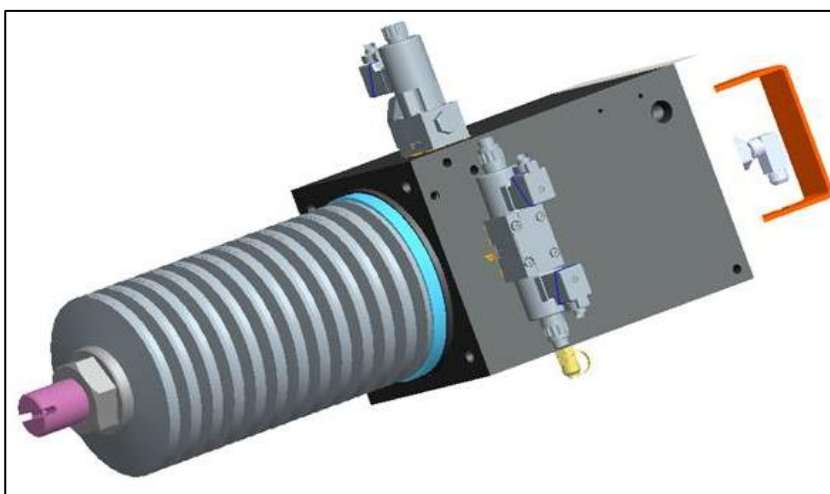


Obr. 32) Obrobený siloválec regulačního servomotoru.

Tento válec (siloválec) je základním stavebním prvkem pro montáž regulačního servomotoru. Model regulačního hydraulického vysokotlakého servomotoru si lze prohlédnout na obrázku níže. Tato součást na základě signálů z čidel regulovaných veličin realizuje požadované funkce regulace prostřednictvím výstupních signálů.

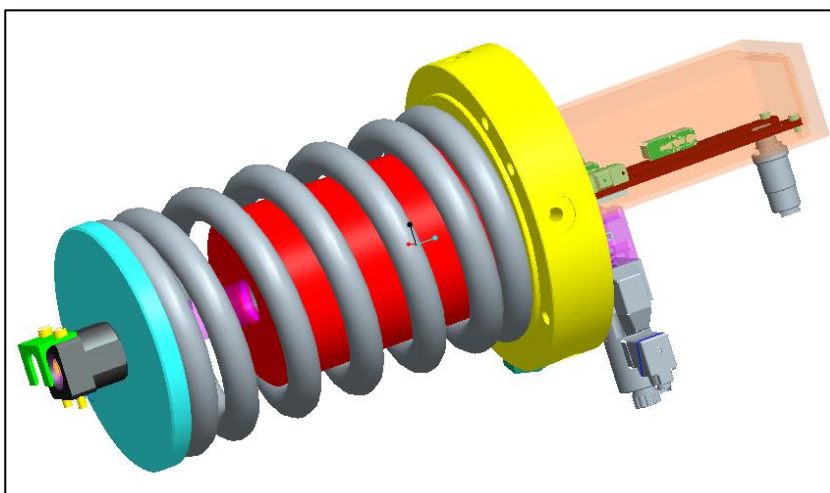
Vstupnímu signálu do elektrohydraulického převodníku odpovídá úměrný výstupní tlak oleje. Tomu je následně úměrný zdvih příslušného servomotoru RV. Uvnitř hydraulického válce (siloválce) je umístěn píst, jehož poloha je ovládána tlakovým olejem a pružinou a ovlivňuje tak průtok páry na vstupu do turbíny.

Proporcionální cestný ventil (*solenoid*), který byl zmíněn jako komponenta, jež se nakupuje dlouho dopředu, lze spatřit na obrázku níže. Takto vypadá komplet smontovaný servomotor připravený na funkční zkoušku na olejové zkušebně, kde bude nastaven příslušný požadovaný zdvih a průtok oleje dle projektových a designových požadavků. Následně proběhne pouze konzervace, označení opatření příslušných odesílacích štítků a samotné balení včetně expedice k zákazníkovi.



Obr. 33) Servomotor připravený k funkční zkoušce.

Na obrázku níže si lze povšimnout model RZV servomotoru. Je patrná jiná konstrukce než u regulačního servomotoru zobrazeného na předchozím obrázku. Záměrně je opět uveden model, a nikoliv již hotový díl, aby bylo zřejmé, že se ve zkoumané společnosti používají různé CAD systémy, které slouží nejenom pro konstrukční část, ale i pro výukovou.



Obr. 34) Model rychlozavěrného servomotoru.

Tento 3D model se používá pro studium prvků servomotoru pro nástup nových kolegů na konstrukci, ale i pro nastudování samotné montáže servomotoru přímo na dílně. Je tomu tak proto, aby se zamezilo případným vícepracím, jelikož se servomotor skládá z vyšších desítek dílčích komponent a přesné zapojení a instalace těchto komponent je velmi důležitá pro samotnou zkoušku na olejové zkušebně, kde se provádí test správného sestavení servomotoru a nastavení zdvihu a toku oleje pro instalaci na stavbě, potažmo pro samotný provoz parní turbíny.

Pro lepší přehlednost je možno si všimnout na Obr. 20) kde přesně se dané hydraulické servomotory v turbíně nachází.

5.2 Procesní řízení

Zkoumaná firma je součástí globálního koncernu s tisíci zaměstnanci. To znamená, že má také důmyslně propracované procesní řízení a zpracované různé procesní mapy. Procesní řízení staví prioritu na proces bez ohledu na organizační strukturu (viz Obr. 23). Organizační struktura je zde přizpůsobena procesům, které procházejí napříč firmou. To vše pomáhá zlepšovat zejména přínos pro zákazníka a koresponduje to s hodnotami společnosti. Dále to pak zvyšuje celkovou efektivnost.

Z procesní mapy níže je zřejmé, že každý proces má svého zákazníka – další oddělení. Proces také poskytuje nějakou přidanou hodnotu dalším objektům. Proces má svého vlastníka, který je zodpovědný za řízení a průběh. V poslední řadě je důležité uvědomit si, že procesy jdou trvale zlepšovat i na základě štihlé metodiky. Kompletní detailní procesní mapu značící, jakým způsobem se realizují projekty ve zkoumané firmě, lze nalézt v **příloze 3**.



Obr. 35) Zjednodušená posloupnost procesů v projektu.

5.3 Layout výrobní haly

Dispozice výrobních prostor (*layout*) je důležitý prvek, který napomáhá optimálnímu toku materiálu a maximalizaci produkce. Zkoumaná společnost si při návrhu a realizaci pracoviště byla vědoma následujících aspektů:

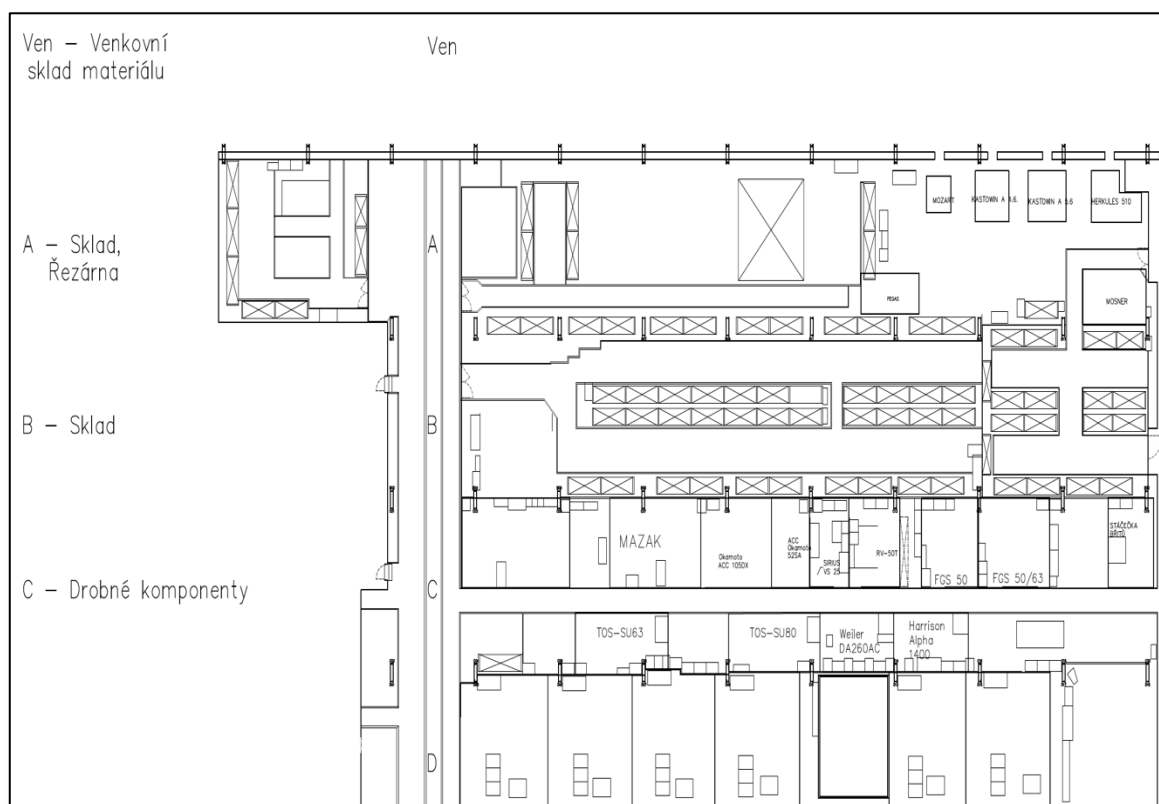
- co nejkratší přepravní vzdálenosti mezi operacemi;
- co nejkratší průběžné časy;
- odstranění zbytečné manipulace;
- rozšíření systému *Kanban*.

Z výše uvedených bodů je zřejmé, že výrobní logistika je nezanedbatelná aktivita v rámci výrobní koncepce. Tato výrobní logistika totiž řídí veškeré materiálové toky od vyzvednutí ze skladu surovin, až přes jednotlivé výrobní operace. Následně po konečné kontrole kvality putují hotové dílce do skladu hotových výrobků. Cílem vnitropodnikové logistiky je tak dodat materiál na určené místo spotřeby ve správný čas, ve správném

množství a taktéž ve správné kvalitě, přičemž se mají minimalizovat náklady. To vše koresponduje s logikou metody 5S a štíhlé výroby.

Společnost si je vědoma, že v kontextu podnikové logistiky je důležité plánování, řízení a kontrola všech dopravních a manipulačních procesů. Taktéž je nutné brát v potaz dodavatelský řetězec, přičemž vše začíná u skladů, kde jsou uskladněny veškeré zásoby společnosti.

Náhled na *layout* dílny s detailem na sklady a zejména na středisko drobných komponent. Zde se vyrábí veškeré dílce, které jsou diskutovány v další kapitole.



Obr. 36) *Layout výrobní haly.*

Lze pozorovat venkovní sklad a poté prostor na příjem materiálu vlevo nahoře. Zde probíhá i vstupní kontrola materiálu. Následně se v zóně A nachází dělení materiálu a různé stroje (pily) právě pro řezání materiálu. Zóna C potom obsahuje různé stroje. Vzhledem k charakteru pracovní náplně zkoumané společnosti se jedná o stroje pro třískové obrábění – frézky, hrotové soustruhy (popř. soustružnická centra MAZAK), vrtačku, brusky, zámečnické pracoviště a pracoviště kvality. Následuje zóna D, kde se nachází stroje pro výrobu lopatek. Tato problematika již není relevantní pro tuto diplomovou práci a není v dalších částech věnována žádná pozornost.

5.3.1 Sklady a skladové plochy

Sklady a mezisklady jsou důležitou součástí dispozice výrobních prostor, jelikož právě zde začíná a končí výrobní operace. Společnost má rozdělené skladové plochy dle typu komodity na samostatné zóny. Níže jsou uvedeny speciální zóny na suroviny:

- nadrozměrné výkovky a odlitky;
- hutní materiál (zóna A dle obrázku výše);
- sklad podpůrných přípravků nutných pro zajištění samotné výroby;
- sklad pomocných nadrozměrných komponent jako jsou motory, agregáty, převodovky;
- *Kanban*;
- prostor pro uskladnění hotových výrobků (zóna B dle obrázku výše).

Ve všech prostorách skladu lze nalézt pouze suroviny a komponenty, které prošly vstupními kontrolami a byly ve shodě s požadavky na ně kladenými. Jestliže produkty ještě nepodstoupily proces vstupní kontroly, jsou za pomoci metody vizuálního managementu označeny pomocí barevné karty následovně:

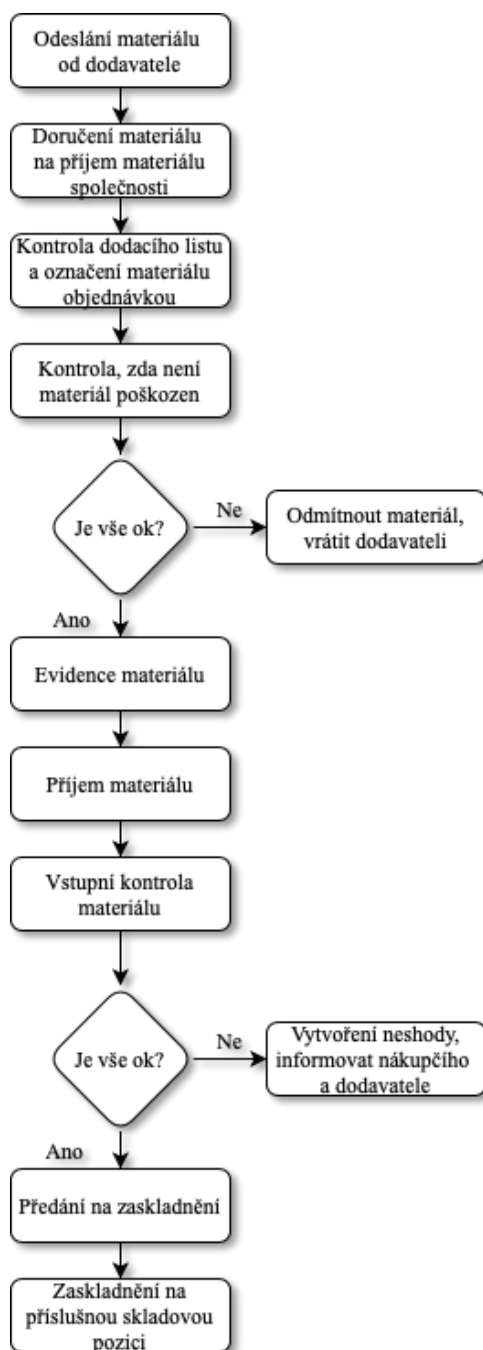
- před vstupní kontrolou – modrá karta;
- po vstupní kontrole ve shodě s požadavky – zelená karta;
- po vstupní kontrole, přičemž se jedná o neshodný produkt – červená karta.

Společnost taktéž dbá na to, aby při samotném skladování surovin nedocházelo k poškození či případnému zhoršení stavu produktu. Odpovědný pracovník skladu musí používat odpovídající manipulační prostředky ke své určené činnosti a dbát na správné uskladnění produktů dle jednotlivých zón dle výše uvedeného seznamu.

Kanban

Systémem *Kanban* je zajišťován standardní spojovací materiál pro potřeby výroby. Položky, jež jsou použity pro tuto koncepci, byly stanoveny metodou kvalifikovaného odhadu, která je založena na znalosti opakované spotřeby (obrátkovosti) standardního spojovacího materiálu. Přičemž objednání, vstupní kontrola, plánování a samotný odběr probíhá odlišným způsobem než materiál předaný ze skladu do výroby. Pro systém *Kanban* je důležitý vnitropodnikový informační systém *SAP*, který automaticky na základě příslušných odběrů položek odesílá požadavky na objednání k dodavatelům. Systém *Kanban* sestává z regálu a v něm umístěných zásobníků. Toto regálové uspořádání se nachází v prostoru montáže turbín tak, aby byly minimalizovány aktivity, které nepřinášejí hodnotu a minimalizovaly se prostě mezi jednotlivými operacemi.

Jakým způsobem společnost řídí vstupní tok materiálu lze vidět na naznačeném procesním diagramu níže. Pokud se jedná o hutní materiál nebo rozměrově menší díly, veškeré níže uvedené činnosti probíhají právě v zóně A dle uvedené dispozice výrobní haly.



Obr. 37) Naznačení procesu příjmu materiálu a zaskladněním.

6 NÁVRHOVÁ ČÁST

Pro samotnou návrhovou část jsou vybrány různé komponenty, zejména pak ty, které jsou součástí regulačních orgánů a rychlozávěrných ventilů. Tyto komponenty byly součástí zkoumaného projektu. Je na nich vytipováno, jakým způsobem lze zefektivnit zavedení a používání konceptu *Just In Time (JIT)* s ohledem na řízení zásob v projektově orientované výrobě. Autor práce se tedy zaměřuje na analýzu výrobní koncepce s ohledem na zákaznické požadavky na dodací termíny, kvalitu a náklady. To je zohledněno včetně podmínek realizace a přínosů navrhovaných řešení. Veškeré návrhy jsou doplněny o ekonomické vyhodnocení, která tak vhodně doplňují předpokládané přínosy.

V níže uvedených podkapitolách je brán zřetel i na různé cesty k odstranění plýtvání, jelikož existují různé druhy plýtvání:

- nadprodukce,
- nadbytečné zásoby,
- defekty,
- zbytečná manipulace,
- špatné zpracování a další.

6.1 Porovnání projektové a pojistné zásoby na pojistných ventilech

Společnost XYZ, s.r.o. se zabývá výrobou parních turbín, což je komplexním a náročným výrobním úkonem. Je zřejmé, že se převážná většina komponent vyrábí pouze na požadavek projektu, tzv. do projektové zásoby, a nikoliv do volné zásoby. Přičemž při uvažování projektové zásoby se vyrobí pouze takové množství, které je vyžadováno na výrobu právě jedné turbíny dle požadavků projektu. Naopak při výrobě do volné zásoby je odhadnuta dlouhodobá spotřeba na základě předcházejících roků zohledňující fakt, že v kapacitním výhledu jsou určité velikostní a konstrukční typy turbín, kde by se dané komponenty mohly upotřebit.

Na komponentě níže je demonstrováno, jakým způsobem lze přistoupit ke standardizaci výroby dílce, který je nainstalován v olejovém hospodářství turbíny. Tento pojistný ventil chrání olejový obvod proti přetlaku. Viz olejové hospodářství v podkapitole 4.2.



Obr. 38) Smontovaný pojistný ventil na montáži.

V tabulce níže je uveden přehled dílčích komponent, které jsou potřeba vyrobit, aby mohl být pojistný ventil sestaven. Dle soupisu jednotlivých operací je zřejmé, že dílce jsou poměrně technologicky jednoduché a samotná výroba je v řádu minutách, resp. pro píst a kuželku v nižších hodinách strojního času.

Na výrobu **jednoho kusu pojistného ventilu** typu DN150 PN40 je potřeba každá níže uvedená komponenta **v právě jednom provedení**. V tabulce nejsou uvedeny komponenty jako je tlačná pružina a ostatní položky z *Kanbanu*, které se nakupují a nijak nemodifikují, tudíž na nich nevzniká žádný náklad na obrábění.

Tab 8) Seznam interně vyráběných komponent k sestavení pojistného ventilu.

Číslo komponenty	Identifikace dílčích komponent	Operace nutné k výrobě komponenty
1	Kroužek	Uříznutí polotovaru, soustružení bez materiálového přídatku, vrtání, označení, konečná kontrola.
2	Píst	Uříznutí polotovaru, soustružení s přídatkem pro brus, narýsovat polohu díry, vrtat díru, broušení povrchu, mezioperační kontrola pro zapsání tolerovaných rozměrů před odesláním na nitridaci, nitridace, konečná kontrola.
3	Šroub M 16×1,5	Uříznutí polotovaru, soustružení s přídatkem pro brus, broušení povrchu, frézování, očištění a konzervace, označení, konečná kontrola.
4	Kuželka	Uříznutí polotovaru, zušlechtění materiálu, soustružení bez materiálového přídatku, označení, mezioperační kontrola pro zapsání tolerovaných rozměrů před odesláním na nitridaci, nitridace, konečná kontrola.
5	Kroužek	Uříznutí polotovaru, soustružení bez materiálového přídatku, vrtání, označení, konečná kontrola.
6	Šroub M 8×44,5	Převzetí <i>Kanbanového</i> šroubu M8×50 EN ISO 4762, soustružení, označení, konečná kontrola.
7	Kroužek	Uříznutí polotovaru, soustružení bez materiálového přídatku, vrtání, označení, konečná kontrola.

Z prostého výpisu operací je patrné, že komponenta 2 a 4, tj. píst a kuželka, obsahují operaci nitridace. To je specifické povrchové chemicko-tepelné zpracování oceli, kterým lze dosáhnout zvýšení tvrdosti povrchu a jeho odolnosti proti opotřebení při zachování houževnatého jádra a také zvýšení odolnosti proti korozi a únavě. Při nitridaci

je povrch oceli nasycován dusíkem a doba samotné nitrace trvá v rozmezí 30-60 hodin. Vzniká tenká (0,25 až 0,65 mm) velmi tvrdá povrchová vrstva. Z toho je zřejmé, že při nitridaci součást zvětšuje svůj objem, a proto je potřeba kontrola tolerovaných rozměrů před samotnou nitridací a to tak, aby daná tolerovaná plocha byla v rámci mezí i po provedení operace.

Operace nitridace je typickým představitelem *outsourcingu* – plánované kooperace. Jelikož zkoumaná společnost nedisponuje potřebným technickým vybavením a nutným *know-how* ani personálními zdroji, využívá se místní dodavatel v okruhu do 20 km.

6.1.1 Ekonomická analýza a návrh zlepšení

V této podkapitole je porovnávána výroba dílců do pojistného ventilu do projektové zásoby s výrobou do volné zásoby.

Běžně lze stanovit operační výrobní náklad na výrobu 1 ks obrobku na základě vztahů níže.

Operační výrobní náklady (N_{op})

$$N_{op} = N_s + N_v + N_{nv} \text{ [Kč]} \quad (1)$$

$$N_s = N_{sm} \cdot t_{as} \text{ [Kč]} \quad (2)$$

$$N_v = N_{vm} \cdot t_{av} \text{ [Kč]} \quad (3)$$

$$N_{nv} = N_T \cdot z_v \text{ [Kč]} \quad (4)$$

- N_s jsou náklady na strojní práci v Kč, N_v náklady na vedlejší práci v Kč a N_{nv} náklady na nástroj a jeho výměnu vztažené na jeden kus taktéž v Kč;
- N_{sm} jsou náklady na minutu strojní práce v Kč a t_{as} je jednotkový čas v minutách;
- N_{vm} jsou náklady na minutu vedlejší práce v Kč t_{av} je jednotkový vedlejší čas v minutách;
- N_T náklady na nástroj a jeho výměnu vztažené na jednu trvanlivost v Kč a z_v je počet výměn nástroje vztažený na obrobení jednoho kusu.

Nicméně zkoumaná společnost rozlišuje pouze přípravný čas a samotný strojní čas, přičemž oba časy jsou ohodnoceny stejnou hodinovou sazbou. Proto jsou hodnoty v tabulkách níže **uvedeny pouze sumářem těchto dílčích hodnot**. Taktéž různé vyměnitelné břitové destičky (*VBD*), soustružnické nože či frézy spadají pod tuto hodinovou sazbu.

Klíčovou hodnotou pro zpracování ekonomické náročnosti výroby jednotlivých komponent je proto znalost hodinové sazby daného nákladového střediska, jenž provádí danou operaci. Středisko kontroly je režijní a není oceněno hodinovou sazbou, v rámci režie je řešeno taktéž vyskladnění vstupního materiálu a poté zaskladnění hotového obrobku.

Pro komponenty níže 1-7 se rozlišují dvě hodinové sazby:

- 1) hodinová sazba 500 Kč/hod pro středisko řezárna (dělení materiálu);
- 2) hodinová sazba 750 Kč/hod pro středisko drobné komponenty (tj. operace soustružení, frézování, rýsování, vrtání, broušení povrchu, zámečnické práce a značení dílců).

Způsob výpočtu celkového nákladu pro komponentu 1 – kroužek je zobrazen ve vztazích níže. Přičemž hodnoty uvedené v tabulkách jsou v hodinách, tzn. 0,06 hod se rovná 3,6 minutám.

$$\text{Celkový náklad řezárna} = 0,28 \cdot 500 = 140 \text{ Kč} \quad (5)$$

$$\text{Celk. náklad drobné komp.} = (0,53 + \dots + 0,07) \cdot 750 = 450 \text{ Kč} \quad (6)$$

Tab 9) Celkové časy u jednotlivých komponent na 1 kus.

Operace Komponenta	1 kroužek	2 píst	3 šroub M16×1,5	4 kuželka	5 kroužek	6 šroub M8×44,5	7 kroužek
Řezání materiálu	0,28	0,20	0,05	0,03	0,04		0,04
Celkový čas	0,28	0,20	0,05	0,03	0,04	0	0,04
Celkový náklad	140,00 Kč	100,00 Kč	25,00 Kč	15,00 Kč	20,00 Kč	8,64 Kč	20,00 Kč
Soustružení	0,53	1,67	0,46	0,48	0,30	0,27	0,21
Frézování	0	0	0,09	0	0	0	0
Rýsování	0	0,06	0	0	0	0	0
Vrtání	0	0,17	0	0	0	0	0
Broušení povrchu	0	0,13	0,07	0	0	0	0
Zámečnické práce	0	0	0,07	0	0	0	0
Označení	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Celkový čas	0,60	2,10	0,76	0,55	0,37	0,34	0,28
Celkový náklad	450,00 Kč	1575,00 Kč	570,00 Kč	412,50 Kč	277,50 Kč	255,00 Kč	210,00 Kč

V předcházející tabulce jsou zobrazeny celkové časy potřebné k operaci řezání na středisku dělení materiálu, přičemž 6. položka – neobsahuje dělení materiálu, ale úpravu normalizovaného šroubu M 8×50 EN ISO 4762 za nákupní cenu 8,64 Kč za kus.

Na základě firemní směrnice musí být každý dílec, který se nachází v prostoru výroby, řádně označen tak, aby byl jasně identifikovatelný a nemohl být zaměněn. Proto je u všech komponent uvedena hodnota 0,07.

Dle firemních normativů je možné nastavení sériovosti výroby dílců ušetřit v průměru cca 8 % celkového výrobního času, přičemž úsporu času lze hledat ve zkrácení přípravného času. V tabulce níže je tedy uveden celkový čas včetně nákladů na výrobu série o 10 kusech.

Tab 10) Celkové časy u jednotlivých komponent na 10 ks.

Operace Komponenta	1 kroužek	2 píst	3 šroub M16×1,5	4 kuželka	5 kroužek	6 šroub M8×44,5	7 kroužek
Řezání materiálu	2,54	1,88	0,48	0,23	0,39		0,34
Celkový čas	2,54	1,88	0,48	0,23	0,39	0	0,34
Celkový náklad	1270,00 Kč	940,00 Kč	240,00 Kč	115,00 Kč	195,00 Kč	86,40 Kč	170,00 Kč
Celkový čas	5,53	19,31	6,97	5,02	3,27	3,22	2,72
Celkový náklad	4 147,5 Kč	14 482,50 Kč	5 227,50 Kč	3 765,00 Kč	2 452,00 Kč	2415,00 Kč	2 040,00 Kč



Obr. 39) Smontovaný pojistný ventil připravený na zaskladnění.

V následující tabulce je znázorněno, jak by vypadala úspora, kdyby se změnila výrobní koncepce a nevyráběly by se díly po jednom kusu, ale po 10. Tato malá série o 10 ks by se vyráběla do volné zásoby a následně by byla umístěna do skladu,

kde je již vymezena skladová zóna pro tento typ komponentů – společnost značí unifikáty jako obrobky vyráběny do volné zásoby. Díky informačnímu systému *SAP* se následně při vygenerování požadavku projektem na určité množství pojistných ventilů automaticky propojí volná zásoba a není vytvořen požadavek na výrobu.

Tab 11) Porovnání časové náročnosti a celkových nákladů při změně série.

Operace Komponenta	1 kroužek	2 píst	3 šroub M16×1,5	4 kuželka	5 kroužek	6 šroub M8×44,5	7 kroužek
Řezání materiálu v sérii 1 ks	0,28	0,20	0,05	0,03	0,04		0,04
Řezání materiálu v sérii 10 ks přepočteno na 1 ks	0,254	0,188	0,048	0,023	0,039		0,034
Rozdíl celkového času	0,026	0,012	0,002	0,007	0,001	0	0,006
Rozdíl v celkovém nákladu	13,00 Kč	6,00 Kč	1,00 Kč	3,50 Kč	0,50 Kč	0 Kč	3,00 Kč
Celkový čas v sérii 1 ks	0,60	2,10	0,76	0,55	0,37	0,34	0,28
Celkový čas v sérii 10 ks přepočteno na 1 ks	0,553	1,931	0,697	0,502	0,327	0,322	0,272
Rozdíl celkového času	0,047	0,169	0,063	0,048	0,043	0,018	0,008
Rozdíl v celkovém nákladu	35,25 Kč	126,75 Kč	47,25 Kč	36,00 Kč	32,25 Kč	13,50 Kč	6,00 Kč

Celkové úspory dosažené změnou koncepce lze vyčíslit následovně:

$$\text{Celkové úspory řezárna} = 13,00 + 6,00 + \dots 3,00 = 27 \text{ Kč} \quad (7)$$

$$\text{Celk. úspory drobné komp.} = 35,25 + 126,75 + \dots + 6,00 = 297 \text{ Kč} \quad (8)$$

$$\text{Celkové úspory} = 27 + 297 = 324 \text{ Kč} \quad (9)$$

Lze tedy vidět úsporu 324 Kč, pokud by se komponenty pojistného ventilu začaly vyrábět v sérii 10 ks namísto 1 ks na daný projekt.

Roční spotřeba těchto dílců, potažmo přímo pojistných ventilů, se na základě minulosti a expertního odhadu kolegů z konstrukce, jež tyto komponenty vydávají, je 30 ks. Při vytvoření série 30 ks by se dosáhlo ještě větších úspor, nicméně je důležité si uvědomit, že není vhodné vytvářet velké zásoby na sklad, jelikož:

- by docházelo k držení *cashflow*, které nelze jinak využít;
- skladové zóny jsou prostorově omezeny;
- při závažné revizi výkresové dokumentace by se dílce staly nepoužitelnými;
- v jednom okamžiku by se alokovalo velké množství výrobních kapacit pouze na tyto dílce.



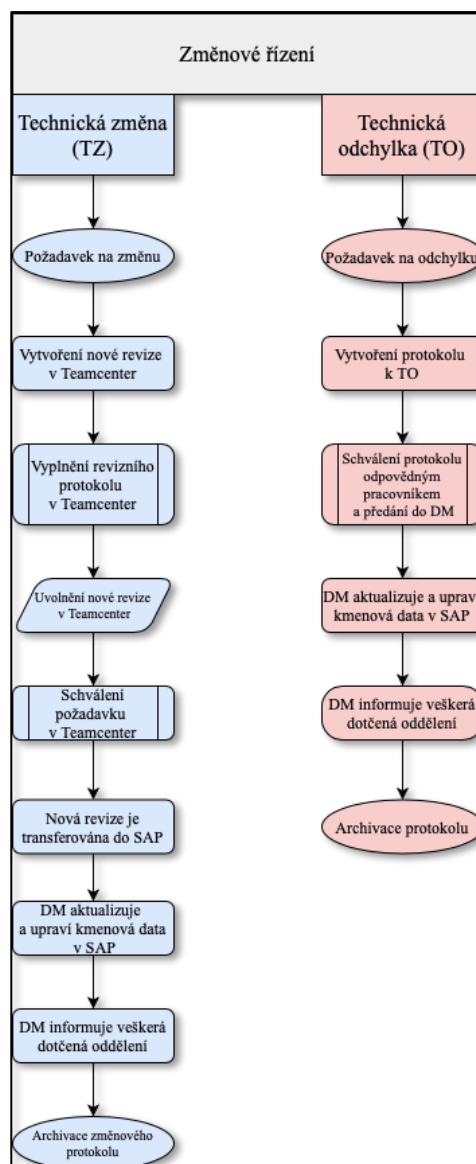
Obr. 40) Označení skladových zón pro komponenty vyráběné do volné zásoby.

Na základě těchto omezujících podmínek byla zvolena série právě o 10 ks, přičemž byla nastavena pojistná zásoba 5 ks, což znamená, že jakmile klesne počet kusů pod 5, automaticky se vygeneruje požadavek na výrobu nové série o 10 ks. Tím se zeštíhlí výroba a zkrátí případné dodací termíny, kdyby se zjistilo, že nějaké kusy chybí nebo nějaký kus je vadný, např. dodatečně poslané kusy na stavbu.

6.2 Způsob řízení změn

Proces řízení změn je důležitým faktorem, kterým lze implementovat, plánovat a řídit změny. Jedná se o jeden z cílů normy ISO 9001:2015, jež se snaží posílit požadavky na řešení změn systému managementu kvality a procesů. Vzhledem k tomu, že zkoumaná společnost je certifikována právě touto normou, zaměří se nyní autor krátce na řízení změn.

Proces změnového řízení lze vidět na obrázku níže. Obecně společnost rozlišuje dvě základní varianty, technickou změnu a technickou odchylku, přičemž změna je trvalá a není projektově orientovaná, tudíž je obecně vnímaná a platná. Naopak technická odchylka může být vztažena pro jeden konkrétní případ (specifický projekt).



Obr. 41) Řízení změn a odchylek³⁷.

³⁷ Teamcenter – jedná se o SW pro řízení konstrukčních dat po dobu Řízení životního cyklu výrobku (PLM).

Jak lze vidět na obrázku výše, zpracování technické odchylky (TO) je jednodušší než zpracování požadavku na technickou změnu (TZ). Technickou změnu zpravidla iniciují konstruktéři nebo vzejde návrh na TZ od kolegů z technologie, kvality, popř. výroby.

Technickou odchylku mohou iniciovat i kolegové z oddělení nákupu či odpovědní výrobní manažeři, kteří řídí dané projekty.

6.2.1 Důvody technických změn a odchylek

V předcházejícím diagramu je znázorněno, že zkoumaná společnost se zabývá jak změnami, tak i odchylkami, které mají jednorázový efekt. Níže jsou vidět reálné důvody k provedení TZ a TO.

Důvody k technické změně:

- **zpětná vazba od zákazníka** (např. požadavek na provedení nedestruktivní ultrazvukové zkoušky (*NDT UT*));
- **inovace** (např. použití jiného typu výroby);
- **chyba produktů** (např. špatně zvolené tolerance);
- **identifikovaná neshoda** (např. po konstrukčním svařování objeveny indikace pomocí nedestruktivní kapilární zkoušky (*NDT PT*), které byly ignorovány);
- **identifikovaná příležitost ke zlepšení** (např. rozšíření drážky pro provedení návaru).

Důvody k technické odchylce:

- **požadovaná vstupní jakost materiálu není dostupná u dodavatele, popř. skladem** – použita alternativní jakost s obdobnými mechanickými vlastnostmi;
- **požadovaný průměr vstupního materiálu není dostupná u dodavatele, popř. skladem** – použit větší průměr kulatina, což vede k vyšším celkovým nákladům;
- **navýšení množství materiálu pro výrobu dané komponenty** – nutná výroba technologického kusu (tzv. najížděcího).

Před provedením změn a odchylek musí organizace zvážit, jakým způsobem bude nakládat a řešit neplánované dopady. Jelikož by měla společnost XYZ, s.r.o. po provedení TZ a TO monitorovat dopady tak, aby se stanovila efektivnost a identifikovaly se jakákoliv další rizika a taktéž příležitosti.

6.2.2 Dopad změn na zkoumaný projekt

Součástí zákaznického požadavku na dokončení projektu na zpracování *Methyl-Methakrylátu*, který byl realizován v období duben 2020 až březen 2021, bylo dokončení montáže ke dni 13.04.2021 (viz náhled na turbíny na Obr. 28). Tento termín byl splněn, přestože v průběhu realizace nastal problém s výrobou hydraulických válců (siloválců, viz Obr. 32) do hydraulických servomotorů pro regulační ventily (viz Obr. 33).

V tab. 7 bylo uvedeno, že pro výrobu těchto regulačních hydraulických válců se objednáva výkovek odpovídající rozměrům přímo požadovaného servomotoru.

Pro zkoumaný projekt se na počátku konstrukční fáze uvažovalo o dvou typech regulačních hydraulických pohonů v následujícím složení:

- 2 ks typ 200/100/70,
- 1 ks typ 125/70/50.

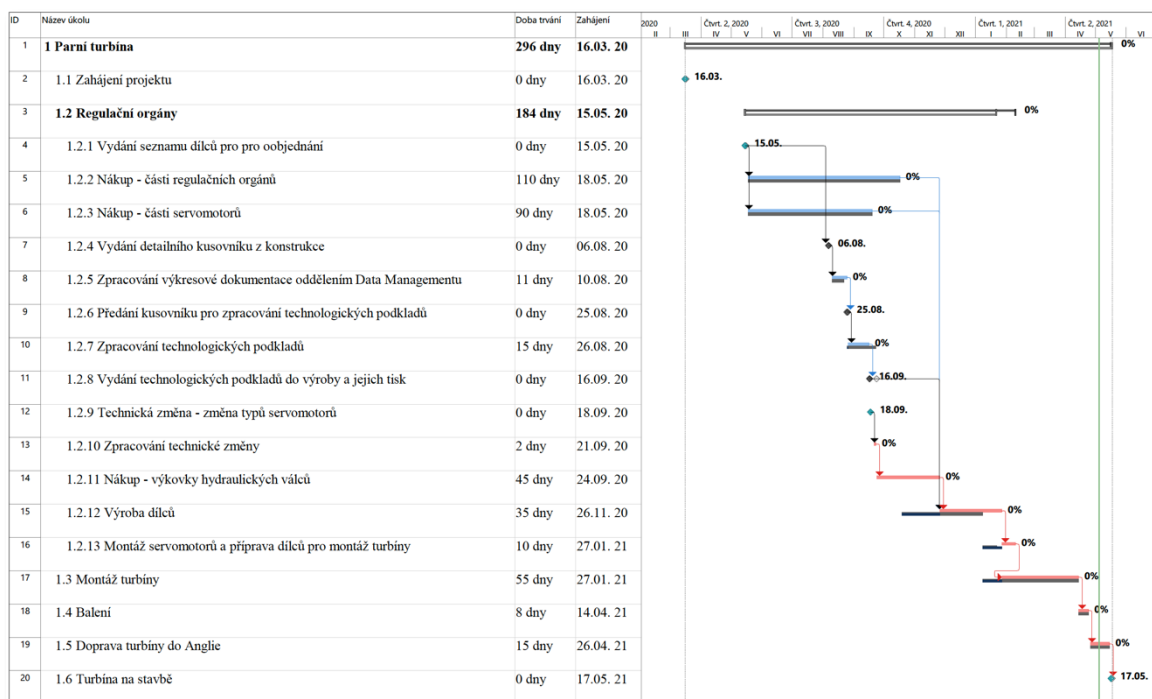
Na základě různých ověřovacích výpočtů bylo zjištěno, že výše uvedené rozdělení servomotorů není vhodné a neodpovídalo by to zákaznickým představám a požadavkům. Díky těmto ověřovacím výpočtům se zamezilo tomu, že by se nesplnily požadované projektové požadavky a taktéž se eliminoval dopad smluvních pokut z kontraktu, které by vyplynuly z nedodržení technických parametrů. Ty by se pravděpodobně objevily při garančním měření, avšak díky několikanásobné kontrole se tento problém odhalil relativně brzy a dopad na projekt tak byl minimalizován oproti situaci, kdy by došlo k odhalení až na kompletně hotové turbíně na stavbě u zákazníka.

Nové složení regulačních hydraulických pohonů:

- 3 ks typ 200/100/75,
- 0 ks typ 125/70/50.

Kde první hodnota 200 je průměr pístu. Jedná se tedy o zvětšení průměru pístu jednoho kusu požadovaného servomotoru.

Níže je zobrazen projektový *Ganttův diagram*, který byl zpracován odpovědným výrobním manažerem projektu tak, aby nasimuloval možný dopad technické změny na průběh projektu a projektový tým, včetně kolegů z plánování, měl okamžitý přehled.



Obr. 42) Harmonogram regulačních orgánů.

Jedná se o harmonogram pro výrobu celkových regulačních orgánů, jež jsou zasazeny do celého přehledu projektu. Šedě zvýrazněné „pruhy“ demonstrují směrný plán. To jsou

naplánované aktivity již od začátku projektu a vůči těmto termínům se odvíjí případné termínové odchylky. Na základě takto schváleného harmonogramu se *reportuje* stav zákazníkovi parní turbíny. Lze si povšimnout činností 12 až 14, které nemají definované datum ve směrném plánu. Je tomu tak proto, že se na začátku projektu s žádnou technickou změnou, která by ovlivnila průběh projektu, neuvažovalo. Tato změna v technické specifikaci nebyla uvedena v registru rizik, jelikož možnost výskytu byla evidována jako minimální.

Skutečný stav dle časového harmonogramu je znázorněn v modrých a červených „pruzích“. Červeně zbarvené aktivity se nachází na kritické cestě. Jakékoliv zpoždění činností (nákup výkovků, výroba dílců atd.) by v důsledku znamenalo zpoždění celého projektu.

Finální technická specifikace byla dostupná až 18.09. a nikoliv k původně plánovanému datu 06.08 (jednalo se tedy o zpoždění 43 kalendářních, resp. 31 pracovních dnů). Žádná činnost nebyla na kritické cestě zpožděna. Oproti směrnému plánu se však muselo uvažovat s kratší délkou trvání jednotlivých činností. Parní turbína byla úspěšně dokončena v požadovaný termín 13.04. a připravena na balení a následný odvoz k zákazníkovi. Díky následujícím faktorům byl projekt dokončen včas:

- zaplacení 10 000 Kč za urychlení dodávky výkovku oproti standardní dodací lhůtě;
- zvýšení dočasné výrobní kapacity nasazením víkendových směn;
- prioritizace projektu;
- zvýšení povědomí o problému mezi dotčenými odděleními a nastavení pravidelných kontrolních schůzek.

6.2.3 Dopad změn na výrobu komponent do volné zásoby

Kromě předcházejícího problému nastala technická změna i u výroby pojistných ventilů, které byly popisovány v podkapitole 6.1. Jednalo se však o jiný typ smontovaného pojistného ventilu, tzn. jiný DN a PN.

Předcházející obchodní (*fiskální*) rok se hledaly různé úspory ve výrobě. Byly vytipovány vhodné dílce, které by se vyráběly stejným způsobem, jak je naznačeno právě v podkapitole 6.1. Proto byl vybrán pojistný ventil typu DN80 PN40. Nastavila se výroba dílčích kusů o sérii 10 ks. Nicméně tato změna typu koncepce výroby nebyla konzultována s kolegy z konstrukce, kteří dlouhodobě plánovali, že se právě od tohoto typu pojistného ventilu upustí kvůli změnám v olejovém hospodářství a přejde se na jiné rozměry ventilu. To znamená, že po výrobě veškerých komponent v sérii 10 ks došlo pouze k částečnému upotřebení dílců, jelikož po půl roce od změny koncepce začala platit konstrukční změna a pojistný ventil typu DN80 PN40 již není požadován.

V současné době se nachází ve skladu 4 ks dílčích komponent, které jsou nutné pro montáž ventilu. Společnost se rozhodla, že tyto dílce (resp. přímo pojistný ventil) nabídne svým pobočkám různě po světě tak, aby se položky upotřebily a vynaložený náklad v kombinaci s úsilím nevygenerovaly finanční ztrátu. Také oddělení servisu nabízí tyto dílce zákazníkům jako vhodné náhradní díly, které bude nutné vyměnit při plánované opravě. Jestliže by dílce nebyly upotřebeny, došlo by ke ztrátě 31 605 Kč, přičemž uvedená hodnota zahrnuje pouze náklady na výrobu a materiál. Skladování v rámci interního skladu hotových obrobků je zahrnuto v režii právě na výrobu a materiál.

6.2.4 Upravení procesní mapy

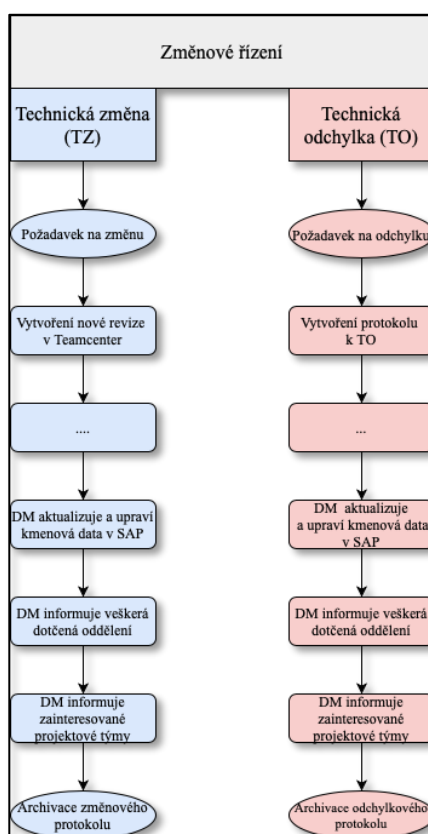
Autor předkládané práce navrhnul společnosti, aby byl upraven informační tok již zpracovaných technických změn a odchylek na základě obrázku níže. Je zde doplněna operace, kdy oddělení *Data Managmentu*, které zodpovídá za správná data v informačním systému *SAP*, **informuje zainteresované projektové týmy**. Nikoliv tedy pouze jeden projektový tým, ale skutečně týmy, jelikož vygenerovaná technická změna či odchylka může mít dopad na vícero projektů zároveň.

Ač se na první pohled může zdát, že se jedná o banální úkol, ve výsledku má velký přínos pro realizaci projektu. Je tomu proto, že doposud odpovědný výrobní manažer (*OM*), který zodpovídá za fázi výroby a montáže až po předání dopravci, neměl dostatečně relevantní a dostupná data. Na základě těchto dat ze systému *SAP* se odpovědný pracovník a celý projektový tým rozhoduje a řídí realizační fázi.

V předcházející kapitole byl popsán problém týkající se technické změny velikosti hydraulického servomotoru až po oficiálním vydání kompletního kusovníku. V tomto případě kolegové z konstrukce nepředali informaci projektovému týmu a spoléhali na oficiální proces včetně nastaveného informačního toku.

Na základě několika nápravných opatření byl dopad na projekt nakonec minimální i díky tomu, že nákupčí odpovídající komodity (výkovky) informoval výrobního manažera, jelikož informační systém *SAP* vygeneroval požadavek na objednávku výkovku hydraulického válce, protože nebyl skladem a systém po nákupčím požadoval předem dodání výkovku již 3 dny po vygenerování požadavku. Na základě tohoto „nesmyslného“ požadovaného dodacího termínu se obrátil nákupčí na výrobního manažera, zda se nejedná o nějakou chybu v systému. Díky tomu se zjistilo, že došlo k technické změně a výměně typů hydraulických vysokotlakých pohonů. Kvůli tomuto neprocesnímu toku informací vznikla myšlenka na ověření procesu vytvoření technické změny a odchylky tak, aby se nespolehalo na lidský faktor.

Tento dílčí návrh přináší výhody úspěšného řízení výrobní koncepce i z toho pohledu, že důležité je předávání informací napříč odděleními a procesním řízením. Díky tomu může následně probíhat štíhlá výroba za pomoci metodiky *Just In Time*.

Obr. 43) Upravený proces změnového řízení.³⁸

6.3 Šrouby s válcovou hlavou s vnitřním šestihranem

Další zkoumanou komponentou jsou šrouby, které se používají při montáži rychlozávěrných servomotorů. Každá turbína, jež obsahuje hydraulický rychlozávěrný servomotor (viz **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**, obsahuje tyto šrouby. Mohou nastat dvě varianty potřebných šroubů dle velikosti servomotoru.

Šroub č.1:

- šroub s válcovou hlavou s vnitřním šestihranem M 6×70 dle normy EN ISO 4762;
- cena neupraveného normovaného šroubu je 11 Kč za kus;
- potřeba 2 ks na 1 rychlozávěrný servomotor.

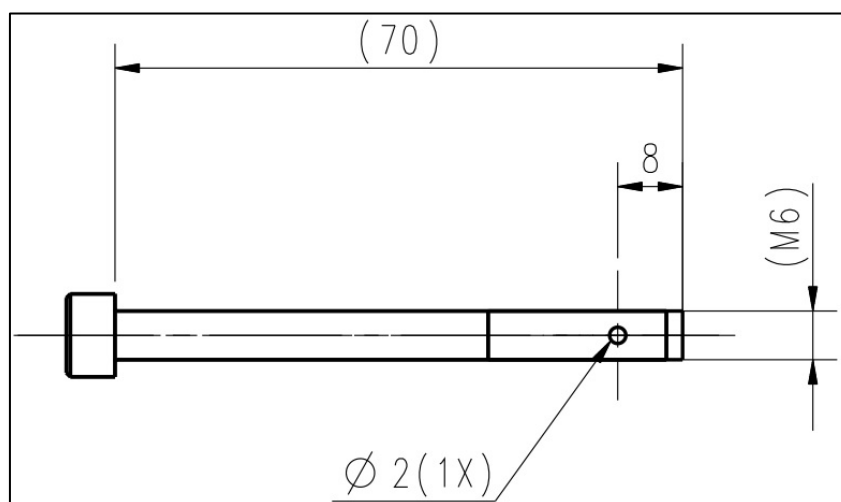
Šroub č. 2:

- šroub s válcovou hlavou s vnitřním šestihranem M 12×140 dle normy EN ISO 4762;
- cena neupraveného normovaného šroubu je 30 Kč za kus;

³⁸ Aktivita znázorňující „...“ znamená pouze zjednodušení procesu ve smyslu vynechání činností, jelikož jsou identické jako na předchozím obrázku – Obr. 41).

- potřeba 4 ks na 1 rychlozávěrný servomotor.

Znázornění šroubu č.1 je na obrázku níže, je tedy evidentní, že se má do normalizovaného šroubu M 6×70 zhotovit díra o průměru 2 mm v oblasti.



Obr. 44) Znázornění šroubu č.1 – M6×70.

Ze systému SAP byly převzaty údaje níže, které jsou uvedeny v následující tabulce. Ta zobrazuje roční spotřebu šroubů, které jsou potřeba obstarat tak, aby byla uspokojena projektová potřeba a mohly být smontovány příslušné servomotory.

Tab 12) Roční spotřeba šroubů.

Rok Typ šroubu	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Šroub č. 1 M 6×70	72	52	52	64	72	104
Šroub č. 2 M 12×140	26	30	32	36	52	62

Vzhledem k malému souboru dat nelze provést statistickou predikci budoucí spotřeby šroubů na vhodné hladině spolehlivosti. Na takto malém vzorku by se mohlo jednat pouze o autorovy odhady, které nejsou založeny na statistické analýze.

6.3.1 Definování současného stavu výroby šroubů

Současná výrobní koncepce je datována od roku 2015 kdy vznikl aktuální design servopohonů, a tudíž i potřeby na šrouby s válcovou hlavou s vnitřním šestihranem. Od roku 2015 se vyrobily stovky těchto dílců metodou, jež je znázorněna a popsána níže.

Podmínka realizace tohoto postupu je dostatečná zásoba normalizovaného šroubu, který je skladován v *Kanbanu*, přičemž je nastavena pojistná zásoba 10 ks od každého typu šroubu.

Výrobní postup je demonstrován pouze pro první variantu. Způsob výroby pro druhou variantu je identický.

Tab 13) Zjednodušený výrobní postup výroby šroubu pro šroub č. 1 – M 6×70.

Číslo operace	Název operace	Popis operace
-	Předvýrobní část	Mistr drobných komponent obdrží informaci od plánovače, resp. z plánu výroby, že má proběhnout výroba daného šroubu v následujícím kalendářním týdnu.
-	Předvýrobní část	Odpovědný mistr fyzicky odebere z <i>Kanbanu</i> (nachází se v prostoru montáže) požadovaný počet šroubů, jenž má být vyrobeno-upraveno. Pokud to mistr neudělá sám, pověří pracovníka, kde začíná první operace.
10	Výrobní část	Seznámení se s předpisy BOZP (Bezpečnost a ochrana zdraví při práci), PO (Požární ochrana) a ochrany ŽP (Životní prostředí).
20	Rýsování	Samotná první výrobní operace začíná rýsováním, kdy pracovník narýsuje šroub dle výkresu, ve kterých místech se má vrtat díra.
30	Vrtání	Následně manipulant střediska předá narýsovaný šroub na další operaci – vrtání. Zde se provede vyvrtání požadovaného otvoru a následně díl odstraní od třisek.
40	Zámečnické práce	Poté manipulant střediska předá šroub na „protáhnutí“ závitu po vrtání.
50	Označení dílce	Samotná výrobní operace končí značením šroubu odpovídající identifikačním výrobním číslem.
60	Konečná kontrola kvality	Po identifikaci je díl předán na středisko konečné kontroly, zde proběhne kontrola rozměrů dle výkresu. Pokud je díl vyhovující pracovník kontroly uloží díl do palety.
70	Uskladnění hotového dílce	Na konci směny manipulant střediska odveze paletu s dokončenými komponenty do skladu na zaskladnění, kde operátor skladu paletu převezme a provede příslušné zaskladnění na odpovídající skladové zóny.

Kromě dostatečného množství normalizovaného šroubu uskladněného v *Kanbanu* je další personální přítomnost rýsovače, operátora vrtačky a zámečníka. Tyto pracovní pozice jsou na daném středisku pouze jednou. Není tedy dostupná žádná vhodná plnohodnotná substituce. V případě dovolené nebo pracovní neschopnosti na tyto pozice nastupují kolegové z jiných středisek, kteří provádí obdobnou činnost na jiných typech dílců – např. střední komponenty. Situace, kdy není dostupná informace, že se má vyrobit určitý šroub, není uvažována kvůli vhodně nastavenému plánování a zejména díky *ERP* systému *SAP*.

Z výpisu operací výše je zřejmé, že tento výrobní proces nevykazuje žádný z typických znaků štíhlé výroby, ba naopak. Jedná se o zbytečné neproduktivní časy a nevhodně zvolenou technologii.

6.3.2 Změna výrobní koncepce a ekonomické vyhodnocení

Na základě znalostí z teoretické kapitoly *Make or Buy* si lze rozebrat následující varianty uspokojení požadované potřeby:

- interní výroba při využití zdrojů drobných komponent;
- nákup již hotového dílců dle výkresové dokumentace a jiných požadavků.

Cílem tohoto porovnání je případná změna výrobní koncepce, která by přinesla úsporu nákladů s kombinací zeštíhlení výroby a zjednodušení materiálových toků napříč výrobní halou při zachování vysoké požadované kvality.

Interní výroba

V předchozí kapitole byla rozebrána právě první varianta, tedy interní výroba za pomoci vlastních zdrojů. Ekonomické vyhodnocení včetně potřebných časů lze najít v tabulce níže. Veškeré výrobní operace spadají opět pod středisko drobných komponent s hodinovou sazbou 750 Kč/hod.

Hodnoty pro celkový čas trvání operace jsou zapsány opět v hodinách, tzn. 0,10 hod se rovná 6 minut.

Jedná se o vyhodnocení výroby pro 1 ks.

Tab 14) Ekonomické vyhodnocení interní výroby šroubů.

šroub č. 1 – M 6×70			
Číslo operace	Název operace	Celkový čas trvání operace	Celkový náklad
10	Rýsování	0,10	75,00 Kč
20	Vrtání	0,23	172,50 Kč
30	Zámečnické práce	0,12	90,00 Kč
40	Označení	0,07	52,50 Kč
šroub č. 2 – M 12×140			
Číslo operace	Název operace	Celkový čas trvání operace	Celkový náklad
10	Rýsování	0,15	112,50 Kč
20	Vrtání	0,30	225,00 Kč
30	Zámečnické práce	0,20	150,00 Kč
40	Označení	0,07	52,50 Kč

Z dílčích nákladů lze stanovit celkový výrobní náklad pro obě varianty:

$$\text{Celk. výrobní náklad}_{\text{šroub č. 1}} = 75,00 + 172,50 + 90,00 + 52,50 = 390 \text{ Kč} \quad (10)$$

$$\text{Celk. výrobní náklad}_{\text{šroub č. 2}} = 112,50 + 225,00 + 150,00 + 52,50 = 540 \text{ Kč} \quad (11)$$

Vstupní náklady na pořízení materiálu (normalizované šrouby):

$$\text{Celk. materiálový náklad}_{\text{šroub č.1}} = 11 \text{ Kč} \quad (12)$$

$$\text{Celk. materiálový náklad}_{\text{šroub č.2}} = 30 \text{ Kč} \quad (13)$$

Veškeré ostatní režijní náklady jsou zahrnuty v hodinové sazbě střediska drobných komponent a nákupu materiálu. Celkové náklady se tedy stanoví následovně:

Celkové náklady na interní výrobu:

$$\text{Celkové náklady}_{\text{šroub č.1}} = 390 + 11 = 401 \text{ Kč} \quad (14)$$

$$\text{Celkové náklady}_{\text{šroub č.2}} = 540 + 30 = 570 \text{ Kč} \quad (15)$$

Nákup hotových dílců

Vzhledem k tomu, že se jedná o normalizované šrouby s válcovou hlavou s vnitřním šestihranem byli osloveni dodavatelé, kteří pro zkoumanou společnost spojovací materiál běžně dodávají. Cílem tohoto snažení bylo mít zmapované portfolio dodavatelů, kteří již prošli schvalovacím procesem a jsou tak schopni okamžité výroby a následné dodávky.

Dodavatelé, které lze pozorovat v tabulce na další straně, byli osloveni s ohledem na faktory:

- splnění technických požadavků;
- celková cena;
- termín plnění;
- reference, zkušenosti z předchozích zakázek;
- známá rizika spojená s přidělením zakázky.

Kromě těchto faktorů je ještě vhodné definovat si konkrétní ukazatele, které společnost pro tyto šrouby vyžaduje a shledává je klíčovými, je to zejména:

- úspora nákladů;
- zjednodušení materiálového toku;
- včasné dodání na potřebu montáže.

Tab 15) Oslovení dodavatelé pro výrobu šroubů.

Oslovení dodavatelé Kritéria výběru	Dodavatel 1	Dodavatel 2	Dodavatel 3	Dodavatel 4
Splnění technických požadavků	ANO	ANO	ANO	Částečně
Celková cena na 1 kus Varianta 1	150 Kč	125 Kč	300 Kč	-
Celková cena na 1 kus Varianta 2	200 Kč	170 Kč	350 Kč	250 Kč
Termín plnění	6 týdnů od objednání	6 týdnů od objednání	3 týdny od objednání	7 týdnů od objednání
Dodací podmínka	<i>FCA</i> výrobce (prodávající)	<i>FCA</i> výrobce (prodávající)	<i>DAP</i> zákazník	<i>DAP</i> zákazník
Reference a zkušenosti	ANO	ANO	ANO	ANO
Znamá rizika	Žádná	V poslední době klesla kvalita provedení	Nevhodně nastavené procesní řízení	Pravděpodobnost zpoždění dodávky
Kvalita provedení předchozích dodávek	Bez výhrad	Porušené balení, špatné množství	Špatně vyrobená varianta	Komponenty neoznačeny, nedodané protokoly kvality

Dodací podmínky použité v tabulce výše znamenají:

- *FCA – Free Carrier* – Vyplaceně dopravci – Proávající dodává zboží podle instrukcí kupujícího a nehradí hlavní přepravné. Zvolené místo dodání je rozhodující pro určení odpovědnosti za nákladku zboží v ujednaném místě. [45]
- *DAP (Delivered At Place)* – S dodáním do určitého místa – doložka je určena pro všechny druhy přepravy. Výlohy a rizika přecházejí z prodávajícího na kupujícího ve sjednaném místě. [45]

Všichni oslovení dodavatelé kromě jednoho byli schopni vyrobit obě varianty šroubů. Pro 4. dodavatele výroba šroubu M 6 nebyla technologicky možná, specializuje se pouze na větší spojovací materiál. Dvojnásobně rychlé dodání u dodavatele 3 nedokáže vybalancovat požadovanou cenu 300 Kč. Na základě tohoto elementárního předvýběru lze uvažovat pouze o dvou prvních dodavatelích. Shodou okolností jsou to dodavatelé s oblastí působnosti v blízkosti sídla zkoumané společnosti, a proto dodatečný čas na přepravu od výrobce ke společnosti je shodný i s ohledem na cenu. Na základě dalšího porovnání je vybrán první dodavatel, který garantuje cenu o 25 Kč vyšší na 1 dodávaný kus než dodavatel č. 2, ale kvalita dodávek a samotná komunikace v průběhu výroby je na špičkové úrovni. Na základě těchto dílčích rozhodnutí je vybrán **dodavatel č. 1**. Navíc je od dodavatele příslib, že v případě odběru většího množství, než je objednávací dávka 20 ks při celkové spotřebě cca 100 ks ročně, je ochoten vyjednávat o možné slevě.

Ekonomické vyhodnocení

Na základě předchozích odstavců je možné nyní přistoupit k finálnímu ekonomickému vyhodnocení a výběru vhodné výrobní koncepce. Interní výroba, či dané šrouby začít nakupovat?

Cena dopravy je 1 000 Kč. Při objednávací dávce 20 ks lze uvažovat náklad dopravy na 1 ks jako 50 Kč. V tabulce níže je k hodnotě nákupu právě přičtena hodnota dopravy.

Tab 16) Výsledné vyhodnocení obou variant.

Varianta šroubu/koncepce	šroub č. 1 – M 6×70	šroub č. 2 – M 12×140
Interní výroba	401 Kč	570 Kč
Nákup	200 Kč	250 Kč
Rozdíl	201 Kč	320 Kč

Nyní je známa úspora při změně koncepce z vyráběné položky na nakupovanou. V další tabulce je ještě vyobrazena roční úspora při roční spotřebě. Uvažuje se letošní rok, přičemž již bylo vyrobeno 42 ks pro variantu 1 a 34 ks pro variantu 2, tudíž bude nakoupeno pouze 68 ks šroubů M 6×70 a 36 M 12×140.

Tab 17) Finální propočet na daný počet kusů pro rok 2021.

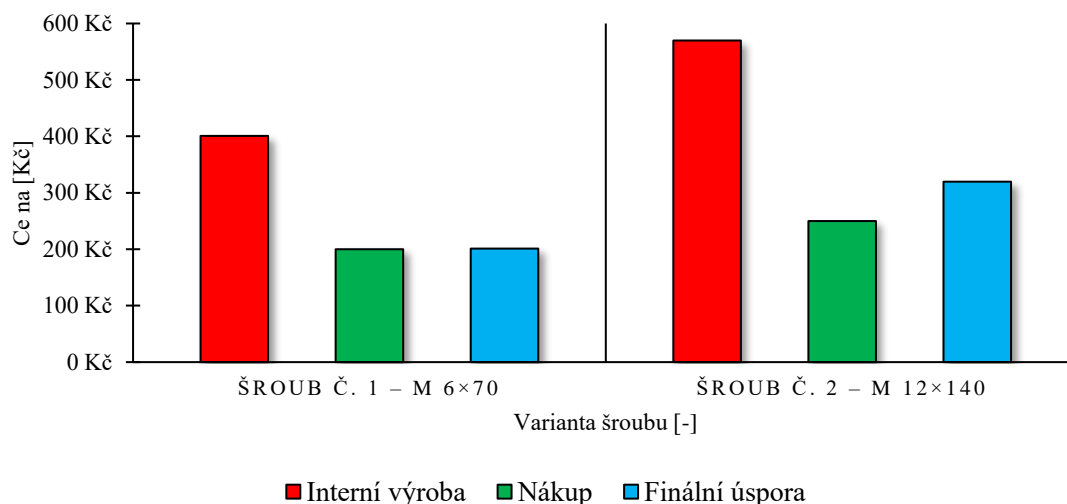
Rok Typ šroubu	2021 celkem	2021 vyrobena	2021 bude nakoupeno
Šroub č. 1 M 6×70	110	42	68
Šroub č. 2 M 12×140	70	34	36

Definování predikované úspory na jednotlivé šrouby je uvedeno níže.

$$Úspora_{\text{šroub č. 1}} = 68 \cdot 201 = 13\,668 \text{ Kč} \quad (16)$$

$$Úspora_{\text{šroub č. 2}} = 36 \cdot 302 = 10\,872 \text{ Kč} \quad (17)$$

Grafické zobrazení výsledku lze pozorovat pro větší přehled na grafu níže.



Obr. 45) Výsledek porovnání interní výroby a nákupu.

Závěrem lze konstatovat, že úspora je 13 668 Kč pro variantu 1 a 10 872 Kč variantu 2, přičemž pro další roky může být úspora ještě větší za předpokladu:

- roční potřeba šroubů bude v obdobné výši;
- případná objednávací dávka lze ještě optimalizovat;
- lze vyhledat podobné komponenty, které by dodavatel mohl dodávat a tím tak zmenšit výrobní cenu a cena dopravy by se tak mohla i dělit na více položek.

Podmínky realizace změny koncepce

Základním předpokladem do budoucna je, že design hydraulických servomotorů zůstane poměrně neměnný a dané šrouby budou stále potřeba. Také s touto změnou koncepce musí souhlasit management společnosti.

Benefit s ohledem na *Just in Time (JIT)*

Důležitou výhodou je, že šrouby budou pořizovány levněji a budou tím pádem levnější výrobní náklady i konečný finální produkt – servomotory – potažmo přímo parní turbína.

Se změnou koncepce z výrobní na nákup lze taktéž optimalizovat potřebu šroubů, jelikož doteď byla generována potřeba na výrobu šroubů spolu s ostatními výrobními komponenty, např. současně s požadavkem na obrobení hydraulického válce. Nyní, při zohlednění nákupní dodávky, lze nastavit interní systém SAP a kmenová data šroubů tak, aby byla generována potřeba pro dodávku šroubů až na začátek montáže minus 5 pracovních dnů na potřebnou administrativu kolem příjmu zboží, vstupní kvalité

a zaskladnění komponent. Nicméně při zohlednění skutečnosti, že by se šrouby měly nakupovat v dávce 20 ks na jednu nákupní objednávku, budou muset být tyto šrouby zaskladněny na odpovídající skladovou pozici do skladu, a nikoliv umístěny do *Kanbanu*. Ve skladu jsou alokovány skladovací zóny na tyto drobné komponenty a šrouby budou uskladněny až do té doby, než odpovědný pracovník montáže bude tyto šrouby potřebovat na montáž servomotorů. Šrouby tedy nebudou putovat svévolně po dílně, ale budou zde pouze zaskladněny při přijetí materiálu do skladu od dodavatele a poté vyskladněny na místo určení pro montáž hydraulických servomotorů.

6.4 Gemba – plýtvání – ocelový pás na parní síta

V rámci štíhlé výroby je znám termín „*Gemba walk*“. Autor předkládané diplomové práce se vydal na „*Gemba*“, což znamená, že se vydal do výrobních prostor, konkrétně předmontáže, kde probíhá montáž regulačních a rychlozávěrných dílců a kompletace sestav. Kromě toho na tomto pracovišti probíhá montáž parního síta do rychlozávěrného ventilu, které zabraňuje na vstupní přírubě RZV vstupu nečistotám do oběhu parní turbíny. Zde na předmontáži autor práce sledoval výrobní proces parního síta od začátku až do konce a zjistil, že probíhá plýtvání ocelovými pásky, které tvoří plášť parního síta.

Parní síta jsou tvořena ocelovým páskem o rozměrech 0,8×13 mm. Velikost síta se odvíjí od velikosti rychlozávěrného ventilu. Zde bylo využito na RZV DN 350, takovou velikost potřebuje parní síto, na něž je nutné mít k dispozici 400 metrů ocelového pásku. Na obrázku jsou dvě parní síta, tudíž pro dva velikostně stejné rychlozávěrné ventily.



Obr. 46) Připravená nakonzervovaná parní síta k expedici k zákazníkovi.

Ocelový pásek je zobrazen na obrázku níže, zde odhadem cca 1 000 m. Problém spočívá v tom, že takto odložené ocelové pásy jsou uloženy v neoznačené paletě, která se nachází v regálovém systému na prostoru předmontáže, přičemž postup použití ocelových pásků pro výrobu parního síta je následující:

- zámečnick na předmontáži obdrží informaci o výrobě parního síta;
- objedná požadovaný materiál ze skladu na základě průvodní dokumentace;
- operátor skladu obdrží požadavek na vyskladnění a provede vyskladnění požadovaného ocelového pásku ve stanoveném množství – zde 400 metrů;
- zámečnick na předmontáži převezme ocelový pásek a započne výrobu parního síta.

Na základě jednoduché metody „5 Proč“ lze nastínit příčiny problému, proč zůstaly na montáži ocelové pásy různé délky.

- **Proč nemůže být zhotoveno parní síto?**
 - Protože byla dodána špatná délka ocelového pásku.
- **Proč byla dodána špatná délka ocelového pásku?**
 - Protože operátor skladu špatně vyskladnil materiál.
- **Proč operátor skladu vyskladnil špatně materiál?**
 - Protože použil dvě cívky materiálu o délce více než 400 metrů.
- **Proč použil dvě cívky materiálu o délce více než 400 metrů?**
 - Protože na průvodní dokumentaci výroby parního síta není informace, že délka 400 metrů ocelového pásku musí být na jedné cívce a nesmí být ocelový pásek dělen na více cívek.
- **Proč na průvodní dokumentaci výroby parního síta chybí tato informace?**
 - Protože tato informace chybí v kmenových datech materiálu a musí se doplnit do vnitropodnikového systému SAP oddělením data managementu.

Je tomu zejména proto, že pracovníci skladu si nebyli vědomi způsobu výroby parního síta, avšak tato znalost po nich není ani požadována. Proto musí být na dokumentaci, na základě které se vyskladňuje materiál, jasně uvedeno, že ocelový pásek namotaný na cívky se nesmí dělit. Je nutné vyskladňovat pouze doopravdy potřebné množství ocelového pásku a nikoliv jinak. Jestliže dojde k dělení, vzniká plýtvání jako doposud. To znamená, že byla např. na síto, kde bylo požadováno 400 m, použita cívka o celkové délce 500 m nebo v případě síta o délce 200 m použita cívka dlouhá 400 m apod.

Taktéž je důležité poznamenat, že chybí jasné označení palety, kde se materiál nachází. Mělo by být řádně označeno, co paleta obsahuje, viz paleta výše – „RZV + příslušenství“.



Obr. 47) Uložení ocelového pásku v neoznačené paletě.

Přebytky ocelových pásků již nelze vzhledem k jejich délce použít, jelikož jsou krátké. Navíc se jedná o parní síto do rychlozávěrného ventilu, což je jedna z nejkritičnějších komponent na turbíně, a je zde vyžadována vysoká spolehlivost zařízení. Z toho plynou i požadavky na dokumentaci kvality. Každá použitá komponenta musí splňovat přísné požadavky a dokládá se zákazníkovi. U ocelových pásků však nelze jednoznačně určit šarži, a proto již nemají využití a **musí se tedy zlikvidovat**.

6.4.1 Ekonomické vyhodnocení plýtvání

Již bylo uvedeno, že se v paletě nachází cca 1 000 m ocelových pásků. Tato hodnota byla vypočtena na základě znalosti váhy stejného ocelového pásku a délky 500 m garantované přímo dodavatelem materiálu. Poté proběhlo přepočítání na základě trojčlenky.

Celkový náklad nevyužitelného ocelového pásku:

- náklad na likvidaci je zanedbán;
- cena za 1 m ocelového pásku – 60 Kč;
- cena za 1 000 m ocelového pásku – $60 \times 1\,000 = 60\,000$ Kč.

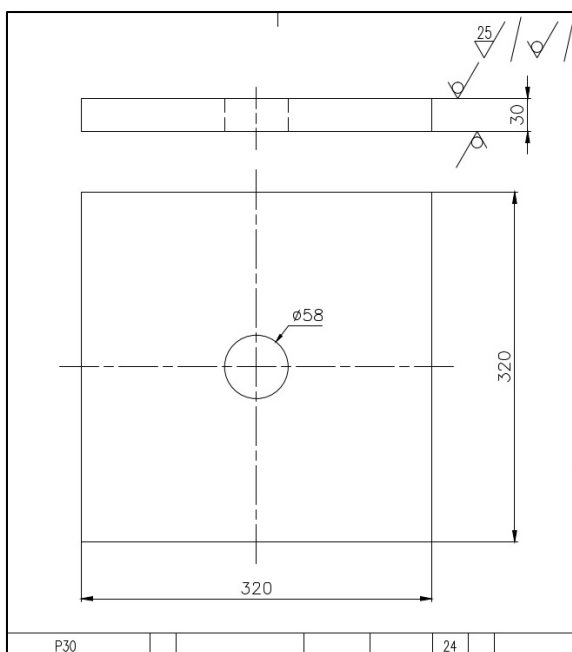
Náklady a práce na likvidaci jsou zanedbány, jelikož společnost zajišťující likvidaci obhospodařuje pravidelně svoz ocelových třísek po obrábění a jiného kovového odpadu pravidelně 1× týdně. Protože se ocelový pásek přidá k dalšímu odpadu, uvažuje se, že nevznikne žádný dodatečný náklad ani práci, jelikož kontejnery pro odpad jsou umístěny nedaleko pracoviště předmontáže, kde tyto ocelové pásy leží v neoznačené paletě.

6.5 Změna výrobní technologie

Mezi další komponenty u kterých lze uvažovat u změněné výrobní koncepce je deska, která je potřeba jako dílčí komponenta pro regulační orgány.

6.5.1 Deska

Zkoumaná deska je zobrazena na ilustrativním výkresu na obrázku níže. Obrázek je převzat z interního systému, proto bohužel nerespektuje veškeré technické náležitosti na základě posledních vydání norem. Uvažuje se přesnost dle ČSN ISO 2768 mK.



Obr. 48) Výkres desky.

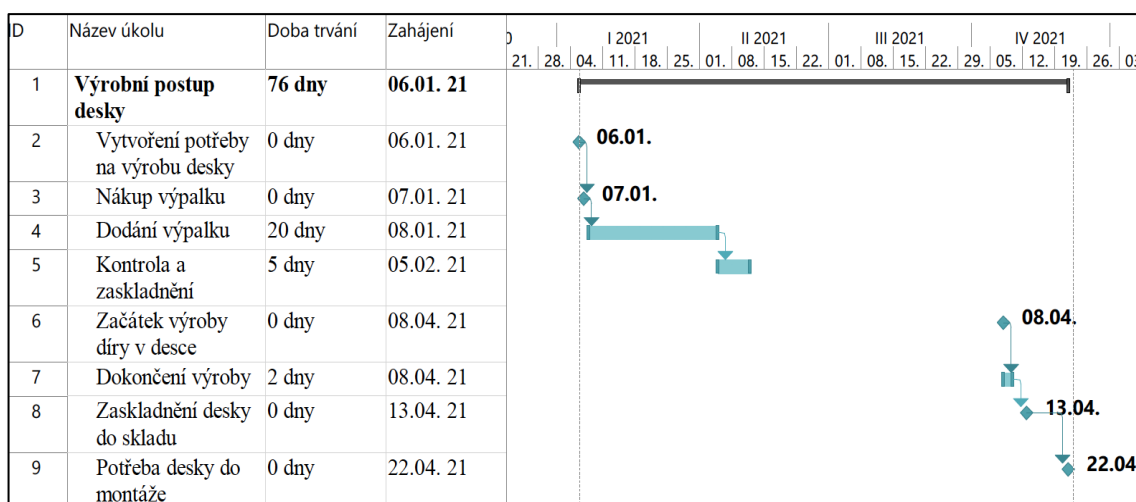
V současné době probíhá výroba tak, že se nakoupí výpalek o rozměrech 320×320×30 mm v materiálové jakosti S235JR dle normy ČSN EN 10029 (plech válcovaný za tepla) bez zhotovení díry o průměru 58 mm. Plech od dodavatele výpalku se objedná, dodá se do společnosti, proběhne základní vstupní kontrola a požadovaných dokumentů kvality. Následně se výpalek předá do skladu na zaskladnění do odpovídající skladové zóny. Více lze vidět na časovém harmonogramu níže. Je vidět, že mezi činnostmi 5 a 6 je časová rezerva více než 2 kalendářní měsíce. Je tomu tak proto, že interní systém požaduje dodání výpalku za 1 kalendářní měsíc a následně alokuje časovou rezervu na výrobu 3 měsíce. Samotné objednání materiálu ze skladu a zhotovení díry je dle potřeby projektu a taktéž dle kapacitního vytížení střediska drobné komponenty. Zde je taktéž vidět hluché místo, jelikož výroba samotné díry trvá 2 dny, avšak potřeba je do montáže až za 3 týdny. Celkem tedy trvá výroba desky tak dlouho, aby bylo možné ji použít pro montáž do 76 dní.

Celková cena desky se stanoví následovně:

- cena výpalku je 800 Kč;
- další nutné práce – rýsování polohy díry, vrtání otvoru D58, očištění po třískách, označení dílce – 270 Kč;
- doprava 100 Kč;
- celková ceny tedy 1ks desky je 1 170 Kč.

V předešlém odstavci byl nastíněn současný způsob výroby. Na časovém harmonogramu níže lze vše zasadit do časové osy. Tento konkrétní plán je převzat z realizovaného projektu, avšak dle průzkumu se časová náročnost nijak neliší a výroba vykazuje vždy stejné charakteristiky:

- včasný nákup výpalku;
- dodání dle předpokladů za 4 kalendářní týdny (20 pracovních dní);
- nastává časová rezerva a výpalek leží na skladové pozici ve skladě do doby, než je vytvořena výrobní potřeba;
- vrtání otvoru D58 proběhne bez problému v několika málo dnech a následně je opět časová rezerva, než je deska potřeba do montáže.



Obr. 49) Časový harmonogram výroby desky v současném stavu.

Návrh změny výrobní technologie desky

Autor diplomové práce spatřuje za zbytečné, aby společnost nakupovala výpalek bez zhotovené díry D58, a proto navrhl, aby se kontaktoval dodavatel výpalku s poptávkou již hotového dílce. Dále ještě proběhlo oslovení ostatních menších dodavatelů drobných komponent, zda by mohli nabídnout opracovanou desku.

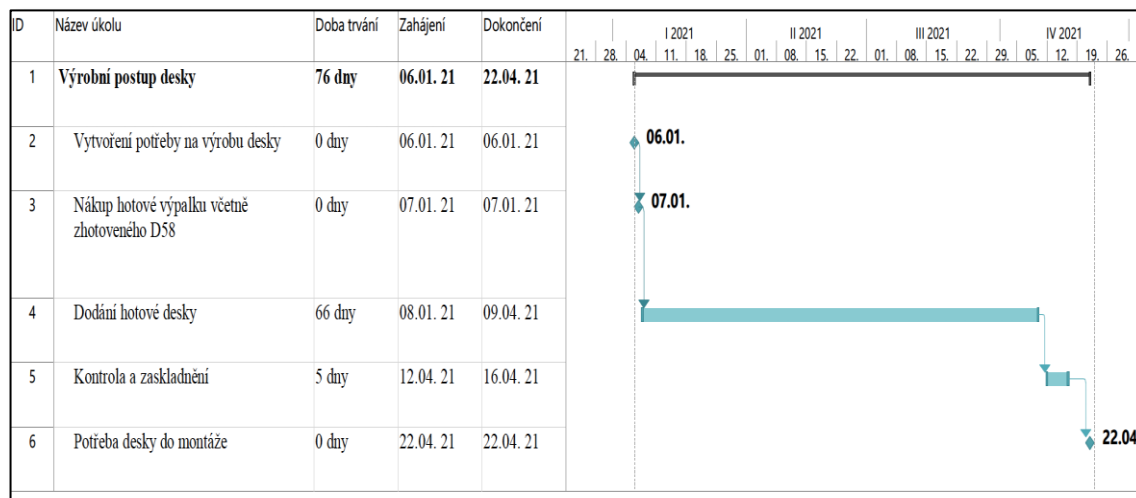
Dodavatel původního výpalku souhlasil a navrhl, že je schopen dodat výpalek z plazmy v toleranci ČSN EN ISO 9013-332³⁹ za cenu 1 000 Kč včetně dopravy.

Standardní dodavatelé bohužel shledali tuto výrobu pro ně buď nezajímavou vzhledem k výrobní dávce 15 ks za jeden kalendářní rok nebo nabídli cenu srovnatelnou s předchozí variantou, nabídli tedy obrobený výpalek s rozměry dle normy ČSN ISO 2768 mK.

Vzhledem k tomu, že cena byla srovnatelná, zvolila se metoda první, a to výpalek z plazmy, který bude začištěný a s hotovou dírou D58. Zde rozhodoval převážně termín dodání a také to, že zkoumaná společnost může lépe nastavit potřebu desky pro svoji montáž. Lze tedy uvažovat o úspoře 170 Kč na 1 desku, což dělá při výrobní dávce pouhých

³⁹ ČSN EN ISO 9013-332 – Norma zabývající se tepelným dělením materiálů, klasifikace tepelných řezů a geometrické požadavky na výrobky a úchytky jakosti řezu.

2 550 Kč za rok. Nicméně důvod pro změnu koncepce lze nalézt na časovém harmonogramu níže.



Obr. 50) Časový harmonogram pro dodání hotové desky.

Při změně konceptu je čas na dodání desky 66 dní, přičemž takto ta deska bude nakupována, jelikož vnitropodnikový systém si je nyní vědom, že deska je kompletně hotový díl, a tudíž je vytvořena vazba až do montáže, a nikoliv začátkem výroby dle harmonogramu. To znamená, že dodavatel, který garantuje dodání o polovinu kratší, má na zhotovení této desky dostatek času a zkoumaná společnost bude lépe a efektivněji nakládat s omezenými skladovacími pozicemi.

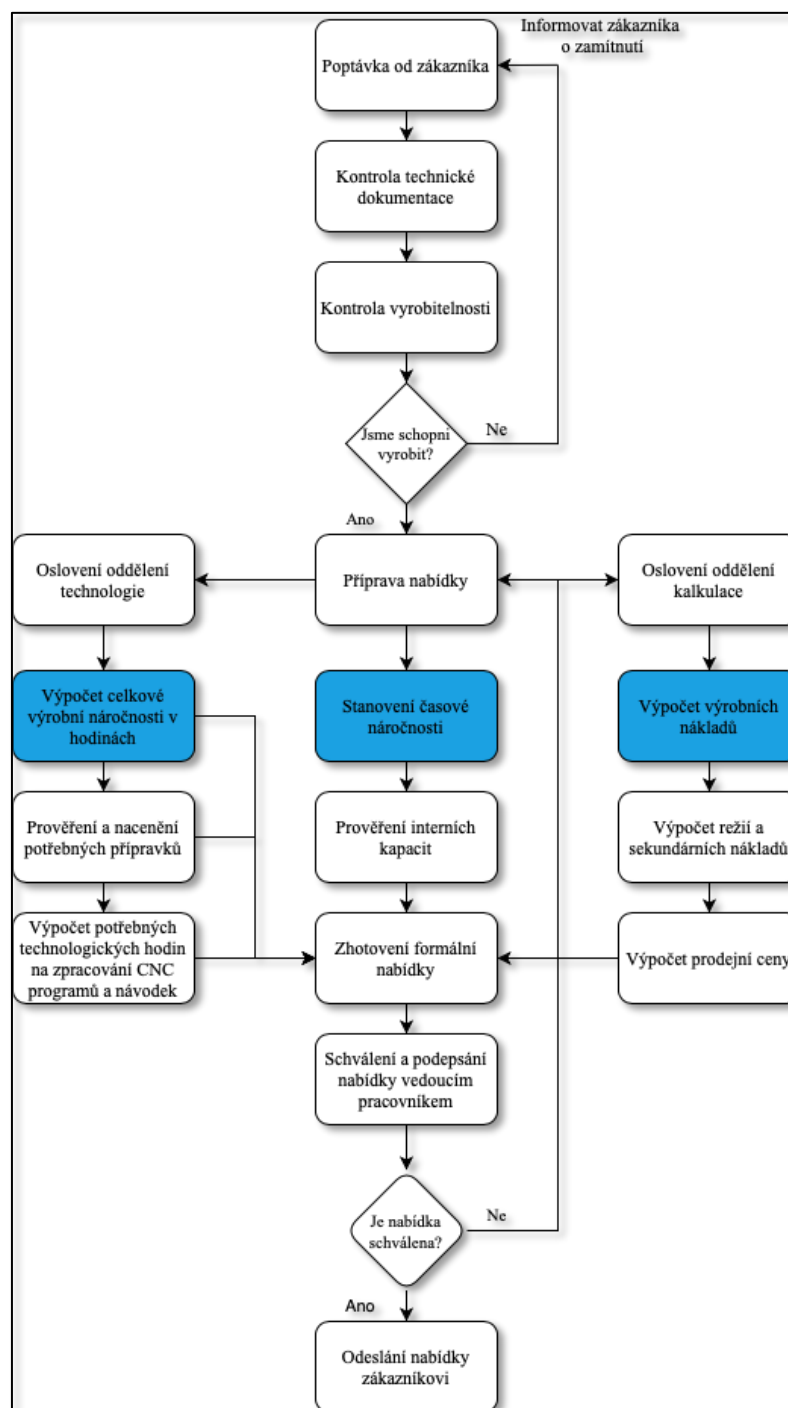
Výsledkem je tedy zanedbatelná finanční úspora, která je stanovena na základě znalosti výrobní náročnosti a stále stejné hodinové sazby drobných komponentů 750 Kč za 1 hodinu práce. Nicméně ze změněné koncepce je vynecháno množství osob, jejich režijní náklad se skrývá za dílčí cenotvorbou střediska drobných komponent, jenž musí na tyto osoby vydělat.

6.6 Poptávky na výrobu dílčích komponent

Zkoumaná společnost se kromě výroby kompletních parních turbín zajímá i o výrobu dílčích komponent a celků pro své partnerské pobočky napříč celým světem. Spolupracuje tak s různými pobočkami po celém světě. Důvodem je, že některé závody mají přetíženou výrobu nebo se jim vyplatí určité celky nakupovat v levnějších zemích. Proto například zkoumaná společnost dodává komponenty pro svoje německé kolegy. Na druhou stranu firma, která takto vyrábí určité dílce i mimo svoje projekty, dokáže vhodně doplnit kapacitní plán a taktéž díky výrobě větších sérií snížit ceny za materiál a popř. za samotnou výrobu.

Jakým způsobem funguje takové obdržení poptávky lze pozorovat na procesním diagramu níže. Je zde uvažováno, že odpovědný pracovník ze zkoumané společnosti obdrží poptávku od zákazníka, zaeviduje ji a zkontroluje, zda jsou dostupné veškeré podklady pro vytvoření nabídky a samotnou výrobu komponentů. Další kroky jsou evidentní.

Přičemž právě modře označené aktivity jsou rozhodující, zda zkoumaná společnost zhotoví zajímavou nabídku pro zákazníka s ohledem na termín, kvalitu a cenu. Jednotlivé návrhy, které byly prezentovány v předcházejících kapitolách dokážou součtem natolik zlepšit výrobní proces, že připravená nabídka zkoumanou společností je atraktivní z pohledu zákaznických požadavků a zákazník nabídku ihned akceptuje a odešle objednávku.



Obr. 51) Proces obdržení poptávky a vytvoření nabídky zákazníkovi.

DISKUZE

Diplomová práce se zabývá teoretickými přístupy k zavedení konceptu *Just In Time* a štíhlé výroby obecně. V praktické části bylo prezentováno několik možných přístupů, kterými zkoumaná společnost může přistupovat k řešení problémů s nedostatečnou flexibilitou výroby, vysokými náklady, popř. velkým počtem výrobních kvalitativních neshod.

Autor práce vytypoval několik možností přístupů k řešení problémů se zaměřením na komponenty spadající k regulačním orgánům a rychlozávěrným ventilům. Na těchto komponentech byla demonstrována nejenom finanční, ale i časová úspora, jež je nutná pro optimální dokončení projektu výroby parní turbíny. Teoretické předpoklady byly prakticky ověřeny s pozitivním výsledkem.

Dále bylo v diplomové práci prezentováno, že ačkoliv je výroba parní turbíny mnohamilionovým nákladem, lze předkládanými způsoby hledat různé drobné úspory v typově shodných komponentech, které při celkovém součtu a zohlednění celého fiskálního roku mohou mít nedožitelný účinek pro celkový projekt, a to nejenom z finančního hlediska, ale také časového.

Předpokladem pro budoucí vývoj problematiky je jednoznačně orientace celkové změny výrobní koncepce drobných komponent a nastavení vhodných vazeb v *ERP* systému, které budou lépe pracovat se štíhlou výrobou.

ZÁVĚR

Předkládaná diplomová práce je zaměřena na dosažení dílčích cílů, mezi něž se řadí vytipování teoretických přístupů k zavedení konceptu *JIT* a to včetně tvorby koncepce pro realizaci plánování průběhu zakázky. Také byly uvedeny podmínky realizace a přínosy, které by tuto změnu iniciovaly. Pro dosažení těchto cílů byla vybrána zkoumaná společnost zabývající se výrobou parních turbín.

Dříve, než bylo možné přistoupit k vlastnímu řešení stanovených cílů, musela být definována obecně platná teorie týkající se problematiky štíhlé výroby a zejména konceptu *Just in Time* včetně příbuzných témat. Práce dále přechází k technické problematice zabývající se parní turbínou, jejími dílčími komponenty i řešenými soustavami.

Na základě poznatků získaných z teoretické části se autor zaměřil na konkrétní společnost. Společnost XYZ, s.r.o. je nejprve prezentována z hlediska podnikání se zaměřením na výrobní portfolio, výrobní proces, dodavatele a jejich vzájemné vztahy. Pozornost byla také věnována elementárnímu popisu vstupní kvalifikace dodavatelských společností.

Následuje analýza současného stavu ve zkoumané společnosti s ohledem na průběh zakázky. Zde je řešena problematika projektové výroby, jelikož komponenty pro parní turbíny jsou vyráběny pouze pro konkrétní projekt. Kapitola věnovaná této problematice je ukončena a prezentací *layoutu* výrobní haly a logiky skladování ve společnosti.

Diplomová práce je zakončena představením návrhů tvorby koncepce pro realizaci průběhu zakázky. To vše je navrženo s ohledem na zákaznické požadavky ke splnění dodacích termínů, kvality a nákladů. Každá navržená varianta je navíc doplněna ekonomickým vyhodnocením včetně podmínek realizace a přínosů.

Závěrečné shrnutí navržených změn:

- změna výrobní koncepce a výrobní dávky pojistného ventilu, přičemž návrh uvažuje s výrobou do volné zásoby, a nikoliv na konkrétní projekt, kdy uvažovaná úspora je vyčíslena na 324 Kč;
- změna procesu při řízení technické změny a technické odchylky s demonstrací na konkrétním projektu;
- úpravu šroubů provádět přímo u dodavatele normalizovaných šroubů, a nikoliv provádět interně, díky tomu společnost ušetří 201 Kč, resp. 320 Kč na větším šroubu, ročně se jedná o úsporu cca 25 000 Kč;
- osvětla při výrobě parního síta s cílem eliminovat plývání tak, aby již nemusela proběhnout likvidace nevyužitého materiálu za 60 000 Kč;
- změna výrobní technologie pro výrobu desky místo vrtání díry o průměru 58 do surového výpalku, nechat si již od dodavatele tuto díru zhotovit včetně očištění, s roční úsporou 2 550 Kč, přičemž důraz byl kladen zejména na zefektivnění procesu, a nikoliv na cenu;
- poslední návrh je zaměřen na obdržení poptávek na výrobu dílčích komponent do regulačních orgánů a zefektivnění toku informací.

Závěrem lze uvést, že veškeré prezentované návrhy řešení byly managementem společnosti pozitivně hodnoceny a akceptovány.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Siemens Czech: Turbíny z Brna. Facebooková stránka společnosti [online]. [cit. 2021-02-28]. Dostupné z: https://www.facebook.com/SiemensCzech/?ref=page_internal
- [2] POKORNÝ, Z. Kvalita – podmínka konkurenceschopnosti. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2016. 59 s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Alois Fiala, CSc.
- [3] TÖPFER, A. Six Sigma: koncepce a příklady pro řízení bez chyb. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2008. ISBN 978-80-251-1766-8.
- [4] HORNUNGOVÁ, J. Model hodnocení ekonomických a sociálních faktorů výkonnosti v řízení podnikatelských subjektů. Dizertační práce. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2013. 174 s. Vedoucí dizertační práce: Doc. Ing. Alena Kocmanová, Ph.D.
- [5] The Power Of KPIs. In: Richwood Bank [online]. [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: <https://richwoodbank.com/the-power-of-kpis/>
- [6] SYNEK, M. a kol. Manažerská ekonomika. 5.aktual.vyd. Praha GRADA 2011, 480 s. ISBN 978-80-247-3494-1.
- [7] VÁCHAL, J., VOCHOZKA, M. 2013. Podnikové řízení. Praha: Grada. Finanční řízení. ISBN 978-80-247-4642-5.
- [8] JUROVÁ, Marie et al. Výrobní procesy řízené logistikou. 1. vyd. Brno: BizBooks, 2013, 260 s. ISBN 978-802-6500-599.
- [9] KOŠTURIÁK, J., Kaizen: osvědčená praxe českých a slovenských podniků. Brno Computer Press 2010, 234 s. ISBN 978-80-251-2349-2.
- [10] RUSSELL, R. S. Operations management: creating value along the supply chain. 6th ed. Hoboken: John Wiley & Sons, c 2009. ISBN 9780470095157.
- [11] SVOZILOVÁ, A. Projektový management. Praha Grada Publishing, 2008. 356 s. ISBN 978-80-247-3611-2.
- [12] BARTOŠEK, V. Společné plánování výrobního procesu v logistické síti. Disertační práce. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2011. 156 stran. Vedoucí disertační práce prof. Ing. Marie Jurová, CSc.
- [13] Outsourcing – solutions to your needs. In: Freepik [online]. [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: https://www.freepik.com/premium-vector/outsourcing-digital-design_2196331.htm
- [14] Step-by-step guide to Make or Buy Decision. Cleverism [online]. [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: <https://www.cleverism.com/make-or-buy-decision-step-by-step-guide/>
- [15] Economic consequences of alternative make-or-buy configurations. Elsevier [online]. , 1-10 [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0019850115000279>
- [16] TOMEK, G., VÁVROVÁ, V. Řízení výroby a nákupu. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2007. 378 s. ISBN 978.80.247.1479-0.
- [17] HORÁKOVÁ, H., KUBÁT, J. Řízení zásob. 3. přeprac. vyd. Praha: Profess, 1998. ISBN 80-85235-55-2.

- [18] JUROVÁ, M. a kol. Výrobní a logistické procesy v podnikání. Praha: GRADA Publishing, 2016. 256 s. ISBN 978-80-271-9330-1.
- [19] Inventory management. In: Gaussbox [online]. [cit. 2021-02-28]. Dostupné z: <https://www.gaussbox.net/inventory-management/>
- [20] SHAH, Rachna a Peter T.WARD. Defining and developing measures of lean production. Science Direct [online]. 2007 [cit. 2021-02-28]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0272696307000228>
- [21] KEŘKOVSKÝ, M., VALSA, O. Moderní přístupy k řízení výroby. 3., dopl. Vyd. Praha: C.H. Beck, 2012, C. H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7179-319-9.
- [22] DLABAČ, J. Štíhlá výroba – používané metody a nástroje. Academy of Productivity and Innovations [online]. 2015 [cit. 16. 1.2019]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25786n-stihla-vyroba-pouzivane-metody-a-nastroje>
- [23] SYNEK, M., KISLINGEROVÁ, E. Podniková ekonomika. 5., přeprac. a dopl. vyd. Praha: C. H. Beck, 2010. Beckovy ekonomické učebnice. ISBN 978-80-7400-336-3.
- [24] STEHLÍK, A., KAPOUN, J. Logistika pro manažery. Praha: Ekopress, 2008. ISBN 978-80-86929-37-8.
- [25] VOCHOZKA, M., MULAČ, P. Podniková ekonomika. Praha: Grada, 2012. Finanční řízení. ISBN 9788024743721.
- [26] ONDRA, P. PUSH vs. PULL: Rozdíl mezi výrobními systémy PUSH a PULL. Průmyslové inženýrství [online]. [cit. 2021-02-28]. Dostupné z: <https://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/push-vs-pull-rozdil-vyrobnimi-systemy-push-a-pull/>
- [27] IMAI, M.: Gemba Kaizen, Řízení a zlepšování kvality na pracovišti. Český překlad, 1. vydáním Computer Press, Brno, 2008., ISBN 80-251-0850-3.
- [28] IMAI, M. Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2008. ISBN 978-80-251-1621-0.
- [29] VYMĚTAL, D. Informační systémy v podnicích: teorie a praxe projektování. Praha. Grada, 2009. Průvodce (Grada). ISBN 978-80-247-3046-2.
- [30] THOMSON, P. The Complete History of ERP: Its Rise to a Powerful Solution. Learning hub[online]. 2020 [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: <https://learn.g2.com/history-of-erp>
- [31] MCCUE, I. The History of ERP. Oracle Netsuite [online]. 2020 [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: <https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/erp/erp-history.shtml>
- [32] Top Benefits of ERP software for the Manufacturing Industry. Udyog Software [online]. 2018 [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: <https://www.udyogsoftware.com/top-benefits-of-erp-software-for-the-manufacturing-industry/>
- [33] Akcenty na užitnou hodnotu parních turbín. Technický týdeník [online]. 2014 [cit. 2021-03-10]. Dostupné z: https://www.technickytydenik.cz/rubriky/archiv/akcenty-na-uzitnou-hodnotu-parnich-turbin_27581.html

- [34] Modernization & Upgrades for Industrial Steam Turbines. Siemens Energy Industrial Steam Turbines [online]. 2021 [cit. 2021-03-10]. Dostupné z: <https://www.siemens-energy.com/global/en/offerings/services/performance-enhancement/modernization-upgrades/steam-turbines/industrial-steam-turbines.html>
- [35] Parní turbína – výklad. Svět energie – jaderné elektrárny [online]. 2021 [cit. 2021-03-10]. Dostupné z: <https://www.svetenergie.cz/3d/temelin/>
- [36] Theory of Steam Turbines – Thermodynamics. Nuclear Power [online]. 2021 [cit. 2021-03-10]. Dostupné z: <https://www.nuclear-power.net/nuclear-power-plant/turbine-generator-power-conversion-system/theory-of-steam-turbines-thermodynamics/>
- [37] KORNIA, L. PARNÍ TURBÍNY – Provozní zkušenosti [online]. 2019, 1-76 [cit. 2021-03-10]. Dostupné z: https://eu.fme.vutbr.cz/userfiles/Kudela/files/2019_Parn%C3%AD%20turb%C3%ADny_S_kripta_Kornia.pdf
- [38] Siemens Steam Turbine SST-600. Steam turbine assets [online]. 2021 [cit. 2021-03-10]. Dostupné z: <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:aeb4f867-08c2-45e0-afdd-de3ac865b075/sst-600-interactive-pdf.pdf>
- [39] SARKAR, D., K., Thermal Power Plant: Design and operations. Elsevier, 2015. ISBN 978-0-12-801575-9.
- [40] HILL, P., F. MICHELE a J. VAŠÁTKO. Parní a plynové turbíny: Konstrukce a technologie. Brno, 1998, 330.
- [41] Hodnoty společnosti: interní literatura společnosti XYZ, s.r.o. Turbonoviny. 2020, 1.(1), 10.
- [42] About Siemens Energy: We energize society. Siemens Energy - about us [online]. 2020 [cit. 2021-03-24]. Dostupné z: <https://www.siemens-energy.com/global/en/company/about.html>
- [43] Zrekonstruovaná spalovna v Brně vyrábí teplo a energii pro 55 tisíc domácností. Siemens[online]. 2011 [cit. 2021-03-24]. Dostupné z: <https://www.siemens.cz/press/zrekonstruovana-spalovna-v-brne-vyrabi-teplo-a-energii-pro-55-tisic-domacnosti>
- [44] Siemens Steam Turbine SST-300: Reliable and proven worldwide [online]. In: s. 1-5 [cit. 2021-03-24]. Dostupné z: <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/public.1594884356.79682b366c8732c55d1ca2e8c9992ef08a2df11d.sst-300-interactivepraes.pdf>
- [45] Dodací podmínka (parita) v mezinárodním obchodu. Businessinfo [online]. 30.11.2010 [cit. 2021-5-8]. Dostupné z: <https://www.businessinfo.cz/navody/parita-v-mezinarodnim-obchodu/>

SEZNAM ZKRATEK A SYMBOLŮ

Níže je uveden seznam zkratk a symbolů jež byly v diplomové práci použity.

Tab 18) Seznam zkratk.

Zkratka	Význam
CAD	Computer Aided Design
CNC	Computer Numerical Control
CRM	Customer relationship management
ČR	Česká republika
DAP	Delivery At Place
DE	Německo
DN	Diameter Nominal
DOZ	Ukazatel doby obratu zásob
EP	Enhanced Platform
ERP	Enterprise Resource Planning
FCA	Free Carrier
GE	General Electric
HMG	Harmonogram
IOT	Internet of Things
ISO	International Organization for Standardization
IT	Itálie
JIT	Just in Time
KPI	Key Performance Indicator
MRP I	Material Requirements Planning
MRP II	Manufacturing Resource Planning
MW	Megawatt
NDT	Non destructive testing
OEE	Overall Equipment Effectiveness

OTD	On Time Delivery
PDCA	Plan-Do-Check-Act
PL	Polsko
PN	Pressure Nominal
PT	Penetration Test
R-C	Rankin-Clausiusův cyklus
RV	Regulační ventily
RZV	Rychlozávěrné ventily
SAP	Systems Applications and Products in Data Processing
SMART	Specific-Measurable-Achievable-Relevant-Time-Bound
SMED	Single Minute Exchange of Die
SST	Steam Turbine
SW	Software
T-s	Diagram Teplota – Entropie
TO	Technická odchylka
TPM	Total Productive Maintenance
TZ	Technická změna
USA	United States of America
UT	Ultrazvuk
VBD	Vyměnitelná břitová destička
VSM	Value Stream Mapping
WBS	Work Breakdown Structure

Tab 19) Seznam symbolů.

Zkratka	Význam	Jednotka
N_{op}	Operační výrobní náklady	Kč
N_s	Náklady na strojní práci	Kč
N_v	Náklady na vedlejší práci	Kč
N_{nv}	Náklady na nástroj a jeho výměnu	Kč
N_{sm}	Náklady na nástroj a jeho výměnu vztažené na jeden kus	Kč
t_{as}	Jednotkový čas	min
N_{vm}	Náklady na minutu strojní práce	Kč
t_{av}	Jednotkový čas	min
N_T	Náklady na nástroj a jeho výměnu vztažené na jednu trvanlivost	Kč
z_v	Počet výměn nástroje vztažený na obrobení jednoho kusu	[-]

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1	Kompletní časový harmonogram pro realizovaný projekt.
Příloha 2	<i>Ganttův graf</i> zabývající se výrobou regulačních orgánů.
Příloha 3	Procesní diagram na kompletní průběh projektu od startu až po konec.

ID	Task Name	Dur.	START	FINISH	%	Dif	Cal.	BS	BF	02.	03.	04.	05.	06.	07.	08.	09.	10.	11.	12.	2021 01.	02.	03.	04.	05.	06.
0	DELIVERY of TURBINE	289 d	16.03. 20	14.05. 21	96%	0 d	Žádný	16.03. 20	14.05. 21																	
1	Project start	0 d	16.03. 20	16.03. 20	100%	0 d	7-7	16.03. 20	16.03. 20																	
2	Turbine casing	176 d	07.05. 20	26.01. 21	100%	-23 d	Žádný	07.05. 20	26.02. 21																	
9	Turbine rotor	196 d	28.04. 20	12.02. 21	100%	-15 d	standard	28.04. 20	05.03. 21																	
10	Issuing of Ordering documentation	0 d	01.05. 20	01.05. 20	100%	0 d	standard	01.05. 20	01.05. 20																	
11	Purchasing	110 d	07.05. 20	09.10. 20	100%	0 d	standard	07.05. 20	09.10. 20																	
12	Heat-stabilization test	10 d	26.10. 20	09.11. 20	100%	0 d	Žádný	26.10. 20	09.11. 20																	
13	Machining bf. blading	30 d	10.11. 20	22.12. 20	100%	0 d	standard	10.11. 20	22.12. 20																	
14	Blading	15 d	04.01. 21	20.01. 21	100%	-15 d	6-7	04.01. 21	12.02. 21																	
15	Follow-up machining	12 d	21.01. 21	05.02. 21	100%	2 d	standard	15.02. 21	26.02. 21																	
16	Balancing & Overspeed test	5 d	08.02. 21	12.02. 21	100%	0 d	standard	01.03. 21	05.03. 21																	
17	Rotor Blades	158 d	28.04. 20	10.12. 20	100%	0 d	standard	28.04. 20	10.12. 20																	
21	Guide Blade Carriers	206 d	28.04. 20	26.02. 21	100%	0 d	standard	28.04. 20	26.02. 21																	
22	Issuing of Ordering documentation	0 d	29.05. 20	29.05. 20		0 d	standard	29.05. 20	29.05. 20																	
23	Purchasing	110 d	04.06. 20	09.11. 20	100%	0 d	standard	04.06. 20	09.11. 20																	
24	Machining bf. blading	25 d	25.11. 20	08.01. 21	100%	0 d	standard	25.11. 20	08.01. 21																	
25	Blading	15 d	11.01. 21	29.01. 21	100%	0 d	standard	11.01. 21	29.01. 21																	
26	Follow-up machining	20 d	01.02. 21	26.02. 21	100%	0 d	standard	01.02. 21	26.02. 21																	
27	Stator Blades	153 d	28.04. 20	03.12. 20	100%	0 d	standard	28.04. 20	03.12. 20																	
31	Bearing Pedestals	158 d	12.06. 20	05.02. 21	100%	0 d	standard	12.06. 20	05.02. 21																	
32	Issuing of Ordering documentation	0 d	12.06. 20	12.06. 20		0 d	standard	12.06. 20	12.06. 20																	
33	Purchasing	110 d	18.06. 20	24.11. 20	100%	0 d	standard	18.06. 20	24.11. 20																	
34	Manufacturing	45 d	25.11. 20	05.02. 21	100%	0 d	standard	25.11. 20	05.02. 21																	
35	SKID	123 d	20.07. 20	22.01. 21	100%	0 d	standard	20.07. 20	22.01. 21																	
39																										
40	Gearbox	173 d	30.04. 20	14.01. 21	100%	0 d	Žádný	30.04. 20	14.01. 21																	
43	Control system	133 d	26.06. 20	15.01. 21	100%	0 d	Žádný	26.06. 20	15.01. 21																	
46	Generator	225 d	24.04. 20	23.03. 21	94%	0 d	Žádný	24.04. 20	23.03. 21																	
47	Issuing of Ordering documentation	0 d	24.04. 20	24.04. 20	100%	0 d	Žádný	24.04. 20	24.04. 20																	
48	Purchasing	225 d	27.04. 20	23.03. 21	94%	0 d	Žádný	27.04. 20	23.03. 21																	
49																										
50	Condenser	168 d	16.07. 20	24.03. 21	92%	0 d	Žádný	16.07. 20	24.03. 21																	
51	Issuing of Ordering documentation	0 d	16.07. 20	16.07. 20	100%	0 d	Žádný	16.07. 20	16.07. 20																	
52	Purchasing	165 d	22.07. 20	24.03. 21	92%	0 d	Žádný	22.07. 20	24.03. 21																	
53																										
54	Workshop Assembly	30 d	01.03. 21	13.04. 21	13%	0 d	standard	01.03. 21	13.04. 21																	
55	Packing	8 d	14.04. 21	23.04. 21	0%	0 d	Žádný	14.04. 21	23.04. 21																	
56	Transportation to DAP Billingham	15 d	26.04. 21	14.05. 21	0%	0 d	Žádný	26.04. 21	14.05. 21																	
57	DAP	0 d	14.05. 21	14.05. 21	0%	0 d	standard	14.05. 21	14.05. 21																	





